ASSOCIATION

FRANÇAISE

POUR

L'AVANCEMENT DES SCIENCES

COMPTE RENDU DE LA 4ME SESSION

NANTES

— 1875 —

PARIS

AU SECRÉTARIAT DE L'ASSOCIATION

76, RUE DE RENNES, 76

—

1876

STATUTS ET RÈGLEMENT

STATUTS

TITRE I. — But de l'Association.

ARTICLE 1er. — L'Association se propose exclusivement de favoriser par tous les moyens en son pouvoir le progrès et la diffusion des sciences au double point de vue du perfectionnement de la théorie pure et du développement des applications pratiques.

A cet effet, elle exerce son action par des réunions, des conférences, des publications, des dons en instruments ou en argent aux personnes travaillant à des recherches ou entreprises scientifiques qu'elle aurait provoquées ou approuvées.

ART. 2. — Elle fait appel au concours de tous ceux qui considèrent la culture des sciences comme nécessaire à la grandeur et à la prospérité du pays.

ART. 3. — Elle prend le nom d'*Association française pour l'avancement des Sciences*.

TITRE II. — Organisation.

ART. 4. — L'Association se compose de membres fondateurs et de membres ordinaires; les uns et les autres sont admis, sur leur demande, par le Conseil.

ART. 5. — Sont membres fondateurs les personnes qui auront souscrit à une époque quelconque une ou plusieurs parts du capital social : ces parts sont de 500 francs.

ART. 6. — Le capital de l'Association se compose des souscriptions des membres fondateurs, des sommes versées pour le rachat des cotisations, des dons et legs faits à l'Association, à moins d'affectation spéciale de la part des donateurs.

ART. 7. — Les ressources annuelles comprennent les intérêts du capital, le montant des cotisations annuelles, les droits d'admission aux séances et les produits de librairie.

ART. 8. — Chaque année le capital s'accroît d'une retenue de 10 pour 100 au moins sur les cotisations, droit d'entrée et produits de librairie.

ART. 9. — Sont en outre membres de l'Association les personnes qui versent la cotisation annuelle. Cette cotisation peut toujours être rachetée par une somme versée une fois pour toutes. Le taux de la cotisation et celui du rachat sont fixés par le Règlement.

ART. 10. — Tous les membres jouissent des mêmes droits. Toutefois, les noms des membres fondateurs figurent perpétuellement en tête des listes alphabétiques et ces membres reçoivent gratuitement pendant toute leur vie autant d'exemplaires des publications de l'Association qu'ils ont souscrit de parts du capital social.

TITRE III. — Sessions annuelles.

ART. 11. — Chaque année l'Association tient, dans l'une des villes de France, une Session générale dont la durée est de huit jours : cette ville est désignée par l'Assemblée générale au moins une année à l'avance.

ART. 12. — Dans les Sessions annuelles, l'Association, pour ses travaux scientifiques, se répartit en sections, conformément à un tableau arrêté par le Règlement général.

Ces sessions forment quatre groupes, savoir :

1° Sciences mathématiques,
2° Sciences physiques et chimiques,
3° Sciences naturelles,
4° Sciences économiques.

ART. 13. — Il est publié chaque année un volume, distribué à tous les membres, contenant :

1° Le compte rendu des séances de la Session ;

2° Le texte ou l'analyse des travaux provoqués par l'Association, ou des mémoires acceptés par le Conseil.

Ces publications n'engagent en rien l'Association, qui laisse à chaque auteur la responsabilité de ses œuvres.

COMPOSITION DU BUREAU.

ART. 14. — Le Bureau de l'Association se compose :

D'un Président,
D'un Vice-Président,
D'un Secrétaire,
D'un Vice-Secrétaire,
D'un Trésorier.

Tous les membres du Bureau sont élus en Assemblée générale.

ART. 15. — Les fonctions de Président et de Secrétaire de l'Association sont annuelles ; elles commencent immédiatement après une Session et durent jusqu'à la fin de la Session suivante.

ART. 16. — Le Vice-Président et le Vice-Secrétaire d'une année deviennent de droit Président et Secrétaire pour l'année suivante.

ART. 17. — Le Président, le Vice-Président, le Secrétaire et le Vice-Secrétaire

de chaque année sont pris respectivement dans les quatre groupes de section, et chacun d'eux est pris à tour de rôle dans chaque groupe.

ART. 18. — Le Trésorier est élu par l'Assemblée générale ; il est nommé pour quatre ans et rééligible.

ART. 19. — Le Bureau de chaque section se compose d'un Président, d'un Vice-Président, d'un Secrétaire, et au besoin d'un Vice-Secrétaire élu par cette section parmi ses membres.

TITRE IV. — Administration.

ART. 20. — Le siége de l'Administration est à Paris.

ART. 21. — L'Association est administrée gratuitement par un Conseil composé :

1° Du Bureau de l'Association, qui est en même temps le Bureau du Conseil d'administration ;
2° Des Présidents de sections ;
3° De trois membres par section élus à la majorité relative en Assemblée générale, sur la proposition de leurs sections respectives, renouvelables par tiers chaque année.

ART. 22. — Sont membres honoraires les anciens Présidents de l'Association ; ils ont voix consultative.

ART. 23. — Les Secrétaires des sections de la Session précédente sont admis dans le Conseil avec voix consultative.

ART. 24. — Pendant la durée des Sessions, le Conseil siége dans la ville où a lieu la Session.

ART. 25. — Le Conseil d'administration représente l'Association et statue sur toutes les affaires concernant son administration.

ART. 26. — Le Conseil a tout pouvoir pour gérer et administrer les affaires sociales, tant actives que passives. Il encaisse tous les fonds appartenant à l'Association à quelque titre que ce soit.

Il place en rente sur l'État ou en valeurs garanties par l'État les fonds qui constituent le capital social ; il décide l'emploi des fonds disponibles ; il surveille l'application à leur destination des fonds votés par l'Assemblée générale, et ordonnance par anticipation, dans l'intervalle des Sessions, les dépenses urgentes, qu'il soumet dans la Session suivante à l'approbation de l'Assemblée générale.

Il décide l'échange ou la vente des valeurs achetées ; les transferts des rentes sur l'État, obligations des compagnies de chemins de fer et autres titres nominatifs sont signés par le Trésorier et un des membres du Conseil délégué à cet effet.

Il accepte tous dons et legs faits à la Société ; tous les actes y relatifs sont signés par le Trésorier et un des membres délégué.

ART. 27. — Les délibérations relatives à l'acceptation des dons et legs, à des acquisitions, aliénations et échanges d'immeubles sont soumises à l'approbation du gouvernement.

ART. 28. — Le Conseil dresse annuellement le budget des dépenses de l'Association ; il communique à l'Assemblée générale le compte détaillé des recettes et dépenses de l'exercice.

ART. 29. — Il organise les Sessions, dirige les travaux, ordonne et surveille les publications, fixe et affecte les subventions et encouragements.

ART. 30. — Le Conseil peut adjoindre au Bureau des commissaires pour l'étude des questions spéciales et leur déléguer ses pouvoirs pour la solution d'affaires déterminées.

ART. 31. — Les Statuts ne pourront être modifiés que sur la proposition du Conseil d'administration et à la majorité des deux tiers des membres votants dans l'Assemblée générale, sauf approbation du gouvernement.

Ces propositions, soumises à une Session, ne pourront être votées qu'à la Session suivante; elles seront indiquées dans les convocations adressées à tous les membres de l'Association.

ART. 32. — Un Règlement général détermine les conditions d'administration et toutes les dispositions propres à assurer l'exécution des statuts. Ce Règlement est préparé par le Conseil et voté par l'Assemblée générale.

Les dispositions générales réunies dans le titre Ier du Règlement et annexées aux présents Statuts, ne peuvent être modifiées que dans la même forme que les Statuts, mais à la simple majorité des voix, dans l'Assemblée générale.

Les autres articles du Règlement pourront être modifiés par le Conseil, à charge d'en rendre compte à l'Assemblée générale dans la plus prochaine Session du Congrès.

TITRE V. — Dispositions complémentaires.

ART. 33. — Dans le cas où la Société cesserait d'exister, l'Assemblée générale, convoquée extraordinairement, statuera, sous la réserve de l'approbation du gouvernement, sur la destination des biens appartenant à l'Association. Cette destination devra être conforme au but de l'Association, tel qu'il est indiqué dans l'article 1er.

Les clauses stipulées par les donateurs, en prévision de ce cas, devront être respectées.

ART. 34. — Tous pouvoirs sont donnés à MM.
pour consentir toutes modifications demandées par le gouvernement.

RÈGLEMENT

TITRE I. — Dispositions générales.

ARTICLE 1er. — Le taux de la cotisation annuelle des membres non fondateurs est fixé à 20 francs.

ART. 2. — Tout membre a le droit de racheter ses cotisations à venir en versant une fois pour toutes la somme de 200 francs. Il devient ainsi membre à vie.

La liste alphabétique des membres à vie est publiée en tête de chaque volume immédiatement après la liste des membres fondateurs.

ART. 3. — Dans les Sessions générales, l'Association se répartit en quinze sections formant quatre groupes conformément au tableau suivant :

1er GROUPE : *Sciences mathématiques.*

1. Section de mathématiques, astronomie et géodésie ;
2. Section de mécanique ;
3. Section de navigation ;
4. Section de génie civil et militaire.

2e GROUPE : *Sciences physiques et chimiques.*

5. Section de physique ;
6. Section de chimie ;
7. Section de météorologie et physique du globe.

3e GROUPE : *Sciences naturelles.*

8. Section de géologie et de minéralogie ;
9. Section de botanique ;
10. Section de zoologie et de zootechnie ;
11. Section d'anthropologie ;
12. Section des sciences médicales.

4e GROUPE : *Sciences économiques.*

13. Section d'agronomie ;
14. Section de géographie ;
15. Section d'économie politique et statistique.

ART. 4. — Tout membre de l'Association choisit, chaque année, la section à laquelle il désire appartenir. Il a le droit de prendre part aux travaux des autres sections avec voix consultative.

ART. 5. — Les personnes étrangères à l'Association, qui n'ont pas reçu d'invitation spéciale, sont admises aux séances et aux conférences d'une Session, moyennant un droit d'admission fixé à 10 francs. Ces personnes peuvent communiquer des travaux aux sections, mais ne peuvent prendre part aux votes.

ART. 6. — Le Conseil d'administration prépare les modifications réglementaires que peut nécessiter l'exécution des Statuts, et les soumet à la décision de l'Assemblée générale.

Il prend les mesures nécessaires pour organiser les Sessions de concert avec les comités locaux qu'il désigne à cet effet. Il fixe la date de l'ouverture de chaque Session. Il nomme et révoque tous les employés et fixe leur traitement.

ART. 7. — Le Conseil délibère à la majorité des membres présents. Les délibérations relatives au placement des fonds, à la vente ou à l'échange des valeurs et aux modifications statutaires ou réglementaires ne sont valables que lorsqu'elles ont été prises en présence du quart au moins des membres du Conseil dûment convoqués. Toutefois, si, après un premier avis, le nombre des membres présents était insuffisant, il serait fait une nouvelle convocation annonçant le motif de la réunion, et la délibération serait valable, quel que fût le nombre des membres présents.

TITRE II. — Attributions du Bureau et du Conseil d'administration.

ART. 8. — Le Bureau de l'Association est en même temps le Bureau du Conseil d'administration.

ART. 9. — Le Conseil se réunit au moins quatre fois dans l'intervalle de deux Sessions. Une séance a lieu en novembre pour la nomination des Commissions permanentes; une autre séance a lieu pendant la quinzaine de Pâques.

ART. 10. — Le Conseil est convoqué toutes les fois que le Président le juge convenable. Il est convoqué extraordinairement lorsque cinq de ses membres en font la demande au Bureau, et la convocation doit indiquer alors le but de la réunion.

ART. 11. — Les commissions permanentes sont composées des cinq membres du Bureau et d'un certain nombre de membres élus par le Conseil dans sa séance de novembre. Elles restent en fonctions jusqu'à la fin de la Session suivante de l'Association. Elles sont au nombre de quatre :

1° Commission de publication ;
2° Commission de finances ;
3° Commission d'organisation de la Session suivante ;
4° Commission des récompenses et encouragements.

ART. 12. — La commission de publication se compose du Bureau et de quatre membres élus, auxquels s'adjoint, pour les publications relatives à chaque section, le Président ou le Secrétaire, ou, en leur absence, un des délégués de la section.

ART. 13. — La commission des finances se compose du Bureau et de quatre membres élus.

ART. 14. — La commission d'organisation de la Session se compose du Bureau et de quatre membres élus.

ART. 15. — La commission des récompenses et encouragements se compose du Bureau et de onze membres élus représentant chacun l'une des 11 sections qui ne sont pas représentées par les quatre premiers membres du Bureau. Les propositions de cette commission sont soumises au vote du Conseil.

ART. 16. — Le Conseil peut en outre désigner des commissions spéciales pour des objets déterminés.

ART. 17. — Pendant la durée de la Session annuelle, le Conseil tient ses séances dans la ville où a lieu la Session.

TITRE III. — Du Secrétaire du Conseil.

ART. 18. — Le Secrétaire du Conseil reçoit des appointements annuels dont le chiffre est fixé par le Conseil.

ART. 19. — Lorsque la place du Secrétaire du Conseil devient vacante, il est procédé à la nomination d'un nouveau Secrétaire dans une séance précédée d'une convocation spéciale qui doit être faite quinze jours à l'avance.

La nomination est faite à la majorité absolue des votants. Elle n'est valable que lorsqu'elle est faite par un nombre de voix égal au tiers au moins du nombre des membres du Conseil.

ART. 20. — Le Secrétaire du Conseil ne peut être révoqué qu'à la majorité absolue des membres présents, et par un nombre de voix égal au tiers au moins du nombre des membres du Conseil.

ART. 21. — Le Secrétaire du Conseil rédige et fait transcrire sur deux registres distincts les procès-verbaux des séances du Conseil et ceux des Assemblées générales. Il siége dans toutes les commissions permanentes, avec voix consultative. Il peut faire partie des autres commissions. Il a voix consultative dans les discussions du Conseil. Il exécute, sous la direction du Bureau, les décisions du Conseil. Les employés de l'Association sont placés sous ses ordres. Il correspond avec les membres de l'Association, avec les présidents et secrétaires des Comités locaux et avec les secrétaires des sections. Il fait partie de la commission de publication et la convoque. Il dirige la publication du volume et donne les bons à tirer. Pendant la durée des Sessions, il veille à la distribution des cartes, à la publication des programmes et assure l'exécution des mesures prises par le Comité local concernant les excursions.

TITRE IV. — Des Assemblées générales.

ART. 22. — Il se tient chaque année, pendant la durée de la Session, au moins une Assemblée générale.

ART. 23. — Le Bureau de l'Association est en même temps le bureau de l'Assemblée générale. Dans les Assemblées générales qui ont lieu pendant la Session, le Bureau du Comité local est adjoint au Bureau de l'Association.

ART. 24. — L'Assemblée générale, dans une séance qui clôt définitivement la Session, élit, au scrutin secret et à la majorité absolue, le Vice-Président et le Vice-Secrétaire de l'Association pour l'année suivante, ainsi que le Trésorier, s'il y a lieu. Elle nomme, sur la proposition des sections, les membres qui doivent représenter chaque section dans le Conseil d'administration. Elle désigne enfin, une ou deux années à l'avance, les villes où doivent se tenir les Sessions futures.

ART. 25. — L'Assemblée générale peut être convoquée extraordinairement, par une décision du Conseil.

ART. 26. — Les propositions tendant à modifier les Statuts ou le titre 1^er^ du règlement, conformément à l'article 27 des Statuts, sont présentées à l'Assemblée générale par le rapporteur du Conseil et ne sont mises aux voix que dans la Session suivante. Dans l'intervalle des deux Sessions, le rapport est imprimé et distribué à tous les membres. Les propositions sont en outre rappelées dans les convocations adressées à tous les membres. Le vote a lieu sans discussion, par *oui* ou par *non*, à la majorité des deux tiers des voix s'il s'agit d'une modification au Règlement. Lorsque vingt membres en font la demande par écrit, le vote a lieu au scrutin secret.

TITRE V. — De l'organisation des Sessions annuelles et du Comité local.

ART. 27. — La commission d'organisation, constituée comme il est dit à l'article 14, se met en rapport avec les membres fondateurs appartenant à la ville où doit se tenir la prochaine Session. Elle désigne, sur leurs indications, un certain nombre de membres qui constituent le Comité local.

ART. 28. — Le Comité local nomme son Président, son Vice-Président et son Secrétaire. Il s'adjoint les membres dont le concours lui paraît utile, sauf approbation de la commission d'organisation.

ART. 29. — Le Comité local a pour attribution de venir en aide à la commission d'organisation, en faisant des propositions relatives à la Session, et en assurant l'exécution des mesures locales qui ont été approuvées ou indiquées par la commission.

ART. 30. — Il est chargé de s'assurer des locaux et de l'installation nécessaires pour les diverses séances ou conférences; ses décisions, toutefois, ne deviennent définitives qu'après avoir été acceptées par la commission. Il propose les sujets qu'il serait important de traiter dans les conférences, et les personnes qui pourraient en être chargées. Il indique les excursions qui seraient propres à intéresser les membres du Congrès, et prépare celles de ces excursions qui sont acceptées par la commission. Il se met en rapport, lorsqu'il le juge utile, avec les sociétés savantes et les autorités des villes ou localités où ont lieu les excursions.

ART. 31. — Le Comité local est invité à préparer une série de courtes notices sur la ville où se tient la Session, sur les monuments, sur les établissements industriels, les curiosités naturelles, etc., de la région. Ces notices sont distribuées aux membres de l'Association et aux invités assistant au Congrès.

ART. 32. — Le Comité local s'occupe de la publicité nécessaire à la réussite du Congrès, soit à l'aide d'articles de journaux, soit par des envois de programmes, etc., dans la région où a lieu la Session.

ART. 33. — Il fait parvenir à la commission d'organisation la liste des savants français et étrangers qu'il désirerait voir inviter.

Le Président de l'Association n'adresse les invitations qu'après que cette liste a été reçue et examinée par la commission.

ART. 34. — Le Comité local indique en outre, parmi les personnes de la ville ou du département, celles qu'il conviendrait d'admettre gratuitement à participer aux travaux scientifiques de la Session.

ART. 35. — Depuis sa constitution jusqu'à l'ouverture de la Session, le Comité local fait parvenir deux fois par mois, au Secrétaire du Conseil de l'Association, des renseignements sur ses travaux, la liste des membres nouveaux, avec l'état des paiements, la liste des communications scientifiques qui sont annoncées, etc.

ART. 36. — La commission d'organisation publie et distribue de temps à autre aux membres de l'Association les communications et avis divers qui se rapportent à la prochaine Session. Elle s'occupe de la publicité générale et des arrangements à prendre avec les compagnies de chemins de fer.

TITRE VI. — De la tenue des Sessions.

ART. 37. — Pendant toute la durée de la Session, le Secrétariat est ouvert chaque matin pour la distribution des cartes. La présentation des cartes est exigible à l'entrée des séances.

ART. 38. — Tout membre, en retirant sa carte, doit indiquer la section à laquelle il désire appartenir, ainsi qu'il est dit article 4.

ART. 39. — Le Conseil se réunit dans la matinée du jour où a lieu l'ouverture de la Session ; il se réunit pendant la durée de la Session autant de fois qu'il le juge convenable. Il tient une dernière réunion, pour arrêter une liste de présentation relative aux élections du Bureau de l'Association, vingt-quatre heures au moins avant la réunion de l'Assemblée générale.

Le Président et l'un des Secrétaires du Comité local assistent, pendant la Session, aux séances du Conseil, avec voix consultative.

ART. 40. — La Session est ouverte par une séance générale, dont l'ordre du jour comprend :

1° Le discours du Président de l'Association et des autorités de la ville et du département ;

2° Le compte rendu annuel du Secrétaire général de l'Association ;

3° Le rapport du Trésorier sur la situation financière.

Aucune discussion ne peut avoir lieu dans cette séance.

A la fin de la séance, le Président indique l'heure où les membres se réuniront dans les sections.

ART. 41. — Chaque section élit, pendant la durée d'une Session, son président pour la Session suivante : le Président doit être choisi parmi les membres de l'Association.

ART. 42. — Chaque section, dans sa première séance, procède à l'élection de son vice-président et de son secrétaire, toujours choisis parmi ses membres. Elle peut nommer en outre un second secrétaire, si elle le juge convenable. Elle procède aussitôt après à ses travaux scientifiques.

ART. 43. — Les Présidents de section se réunissent dans la matinée du second jour, pour fixer les jours et heures des séances de leurs sections respectives, et pour répartir ces séances de la manière la plus favorable. Ils décident, s'il y a lieu, la fusion de certaines sections voisines.

Les Présidents de deux ou plusieurs sections peuvent organiser en outre des séances collectives.

Une section peut tenir, aux heures qui lui conviennent, des séances supplémentaires, à la condition de choisir des heures qui ne soient pas occupées par les excursions générales.

ART. 44. — Pendant la durée de la Session, il ne peut être consacré qu'un seul jour, non compris le dimanche, aux excursions générales. Il ne peut être tenu de séances de sections ni de conférences pendant les heures consacrées à une excursion générale.

ART. 45. — Il peut être organisé une ou plusieurs excursions générales ou spéciales pendant les jours qui suivent la clôture de la Session.

ART. 46. — Les sections ont toute liberté pour organiser les excursions particulières qui intéressent spécialement leurs membres.

ART. 47. — Une liste des membres de l'Association présents au Congrès paraît le lendemain du jour de l'ouverture, par les soins du Bureau. Des listes complémentaires paraissent les jours suivants, s'il y a lieu.

ART. 48. — Il paraît chaque matin un Bulletin indiquant le programme de la journée, les ordres du jour des diverses séances et les travaux des sections de la journée précédente.

ART. 49. — La commission d'organisation peut instituer une ou plusieurs séances générales.

ART. 50. — Il ne peut y avoir de discussion en séance générale. Dans le cas où un membre croirait devoir présenter des observations sur un sujet traité dans une séance générale, il devra en prévenir par écrit le Président, qui désignera l'une des prochaines séances de section pour la discussion.

ART. 51. — A la fin de chaque séance de section, et sur la proposition du Président, la section fixe l'ordre du jour de la prochaine séance ainsi que l'heure de la réunion.

ART. 52. — Lorsque l'ordre du jour est chargé, le Président peut n'accorder la

parole que pour un temps déterminé qui ne peut être moindre que dix minutes. A l'expiration de ce temps, la section est consultée pour savoir si la parole est maintenue à l'orateur ; dans le cas où il est décidé qu'on passera à l'ordre du jour l'orateur est prié de donner brièvement ses conclusions.

ART. 53. — Les membres qui ont présenté des travaux au Congrès sont priés de remettre au Secrétaire de leur section leur manuscrit ou un résumé de leur travail ; ils sont également priés de fournir une note indicative de la part qu'ils ont prise aux discussions qui se sont produites.

Lorsqu'un travail comportera des figures ou des planches, mention devra en être faite sur le titre du mémoire.

ART. 54. — A la fin de chaque séance, les Secrétaires de section remettent au Secrétariat :

1° L'indication des titres des travaux de la séance ;

2° L'ordre du jour, la date et l'heure de la séance suivante.

ART. 55. — Les Secrétaires de section sont chargés de prévenir les auteurs désignés pour prendre la parole dans chacune des séances.

ART. 56. — Les Secrétaires de section doivent rédiger un procès-verbal des séances. Ce procès-verbal doit donner d'une manière sommaire le résumé des travaux présentés et des discussions; il doit être remis au Secrétariat aussitôt que possible, et au plus tard un mois après la clôture de la Session.

ART. 57. — Les Secrétaires de section remettent au Secrétaire du Conseil, avec leurs procès-verbaux, les manuscrits qui auraient été fournis par leurs auteurs, avec une liste indicative des manuscrits manquants.

ART. 58. — Les indications relatives aux excursions sont fournies aux membres le plus tôt possible. Les membres qui veulent participer aux excursions sont priés de se faire inscrire à l'avance, afin que l'on puisse prendre des mesures d'après le nombre des assistants.

ART. 59. — Les conférences générales n'ont lieu que le soir, et sous le contrôle d'un Président et de deux assesseurs désignés par le Bureau.

Il ne peut être fait plus de deux conférences générales pendant la durée d'une Session.

TITRE VII. — Des comptes rendus.

ART. 60. — Il est publié chaque année un volume contenant : 1° le compte rendu des séances de la Session ; 2° le texte ou l'analyse des travaux provoqués par l'Association, ou des mémoires acceptés par le Conseil.

ART. 61. — Le volume doit être publié dix mois au plus tard après la Session à laquelle il se rapporte. Il est expédié aux invités de l'Association.

L'apparition du volume est annoncée à tous les membres par une circulaire qui indique à partir de quelle date il peut être retiré au Secrétariat.

ART. 62. — Les membres qui n'auraient pas remis les manuscrits de leurs communications au Secrétaire de leur section, devront les faire parvenir au

Secrétariat du Conseil avant le 1er décembre. Passé cette époque, le titre seul du travail figurera dans les comptes rendus, sauf décision spéciale de la commission de publication.

ART. 63. — La commission de publication peut décider qu'un travail ne figurera pas *in extenso* dans les comptes rendus, mais qu'il en sera donné seulement un extrait que l'auteur sera engagé à fournir dans un délai déterminé. Si, à l'expiration de ce délai, l'extrait n'a pas été fourni au Secrétaire du Conseil, l'extrait du procès-verbal relatif à ce travail sera seul inséré.

ART. 64. — Les discussions sont reproduites d'après les procès-verbaux, auxquels doivent être jointes les notes fournies par les membres qui y ont pris part. La commission de publication, d'après ces notes, peut apporter des modifications à l'extrait du procès-verbal.

ART. 65. — La commission de publication décide quelles seront les planches qui seront jointes au compte rendu, et s'entend, à cet effet, avec la commission des finances.

ART. 66. — Aucun travail publié en France avant l'époque du Congrès ne pourra être reproduit dans les comptes rendus : le titre et l'indication bibliographique figureront seuls dans ce volume.

ART. 67. — Les épreuves seront communiquées aux auteurs en placards seulement ; une semaine est accordée pour la correction. Si l'épreuve n'est pas renvoyée à l'expiration de ce délai, les corrections sont faites par les soins du Secrétariat.

ART. 68. — Dans le cas où les frais de corrections et changements indiqués par un auteur dépasseraient la somme de 15 francs par feuille, l'excédant calculé proportionnellement serait porté à son compte.

ART. 69. — Les membres dont les communications ont une étendue qui dépasse une demi-feuille d'impression recevront 15 exemplaires de leur travail extraits des feuilles qui ont servi à la composition du volume.

ART. 70. — Les membres pourront faire exécuter un tirage à part de leurs communications avec pagination spéciale au prix convenu avec l'imprimeur par le Bureau. Les tirages à part porteront la mention : « Extrait des Comptes rendus du Congrès tenu à... par l'*Association française pour l'avancement des Sciences.* » Ils seront distribués aussitôt après la publication des comptes rendus.

LISTE DES MEMBRES

DE

L'ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

(Les noms des Membres qui ont assisté au Congrès de Nantes sont précédés d'un astérisque.)

MEMBRES FONDATEURS.

PARTS

ABBADIE (D'), Membre de l'Institut, 120, rue du Bac. — Paris..... 4
AIMÉ-GIRARD, Professeur au Conservatoire des Arts-et-Métiers, 5 rue du Bellay. — Paris..... 1
ALBERTI, Banquier, 17, rue de Londres. — Paris..... 1
ALMEIDA (D'), Professeur au lycée Corneille, 31, rue Bonaparte. — Paris..... 1
AMBOIX (D'), Capitaine d'état-major. — Bayonne..... 1
ANDOUILLÉ (Edmond), Sous-gouverneur Honoraire de la Banque de France, 2, rue du Cirque. — Paris..... 2
ANDRÉ (Alfred), Banquier, membre de l'Assemblée nationale, rue de Londres, 27. — Paris..... 2
ANDRÉ (Édouard), 158, boulevard Haussmann. — Paris..... 1
AUBERT (Charles), Licencié en droit, avoué plaidant. — Rocroy (Ardennes)... 1
AUDIBERT, Directeur de la Compagnie de Paris à Lyon et à la Méditerranée. (*Décédé*)..... 2
AYNARD (Ed.), Banquier, rue de Lyon, 19. — Lyon..... 1
*AZAM, Professeur à l'École de Médecine. — Bordeaux..... 1
BAILLE, Répétiteur à l'École polytechnique, 2, rue de Fleurus. — Paris..... 1
*BAILLON, Professeur à la Faculté de Médecine, rue Cuvier, 12. — Paris..... 1
*BALARD, Membre de l'Institut, rue d'Assas, 100. — Paris..... 1
BAMBERGER, Banquier, 3, rue d'Antin. — Paris..... 1
BARTHOLONY, Président du conseil d'administration du chemin de fer d'Orléans, 12, rue Larochefoucauld. — Paris..... 1
*BÉCHAMP, Professeur à la Faculté de Médecine. — Montpellier..... 1
BELON, Fabricant, rue de Lyon, 9. — Lyon..... 1
*BERAL (E.), Ingénieur des mines, 60, rue Taitbout. — Paris..... 1
*BERNARD (Claude), Membre de l'Académie des sciences et de l'Académie française, rue des Écoles, 40. — Paris..... 1
BILLAULT-BILLAUDOT et Cie, Fabricants de produits chimiques, place de la Sorbonne. — Paris..... 1
BILLY (DE), Inspecteur général des mines. (*Décédé*)..... 1
BILLY (Charles DE), Auditeur à la Cour des Comptes, 14, rue Franklin. — Paris. 1
BISCHOFFSHEIM (L.-R.), Banquier, boulevard Haussmann, 39. — Paris..... 1
BISCHOFFSHEIM (Raphaël-Louis), Banquier, boulevard Haussmann, 39. — Paris.. 1
BLOT, Membre de l'Académie de médecine, avenue de Messine, 24. — Paris.... 1
BOCHET (Vincent DU), faubourg Poissonnière, 175. — Paris..... 1
BOISSONNET, Général du génie, rue de Rennes, 78. — Paris..... 1
BOIVIN (Émile), 145, rue de Flandre. — Paris..... 1
BONDET, Professeur à l'École de Médecine. 2, quai de Retz. — Lyon..... 1
BORIE (Victor), Membre de la Société des agriculteurs de France, rue Louis-le-Grand, 19. — Paris..... 1

	ARTS
BOUDET (F.), Membre de l'Académie de Médecine, rue Jacob, 30. — Paris....	1
BOUILLAUD, Membre de l'Institut, professeur à la Faculté de Médecine, rue Saint-Dominique-Saint-Germain, 32. — Paris.....	1
BRANDENBURG (Albert), Négociant, rue de la Verrerie, 1. — Bordeaux.....	1
*BRÉGUET, Membre du Bureau des longitudes, quai de l'Horloge, 39. — Paris...	2
*BRÉGUET (Antoine), ancien élève de l'École polytechnique, quai de l'Horloge, 39. — Paris.....	1
*BREITTMAYER (Albert), ancien Sous-directeur des docks et entrepôts de Marseille, 8, place de la Préfecture. — Marseille.....	1
*BROCA (Paul), Membre de l'Académie de Médecine, professeur à la Faculté de Médecine, rue des Saints-Pères, 1. — Paris.....	2
BROET, Membre de l'Assemblée nationale, avenue de Saint-Cloud, 52. — Versailles.....	1
BROUZET (Ch.), Ingénieur civil, avenue de Noailles, 69, Lyon-Vaise.....	1
BURTON, Administrateur de la Compagnie des Forges d'Alais, rue Lepelletier, 24. — Paris.....	1
CACHEUX (Emile), Ingénieur civil des Arts et Manufactures, quai Saint-Michel, 27. — Paris.....	1
*CAMBEFORT (J.), Banquier, Administrateur des Hospices, 5, place Saint-Clair. — Lyon.....	1
CAMONDO (Comte N. DE), rue Lafayette, 31. — Paris.....	1
CAMONDO (Comte A. DE), rue Lafayette, 31. — Paris.....	1
CAPERON père, Négociant à Villenave-d'Ornon, près Bordeaux	1
CAPERON fils, à Villenave-d'Ornon, près Bordeaux.....	1
CARLIER (Auguste), Publiciste, rue de Berlin, 12. — Paris.....	1
CARNOT (Adolphe), Ingénieur des Mines, Professeur à l'Ecole des Mines, rue de Morny, 89. — Paris.....	1
CASTHELAZ (John), Fabricant de produits chimiques, rue Sainte-Croix-de-la-Bretonnerie, 19. — Paris.....	1
CAVENTOU père, Membre de l'Académie de Médecine, rue de la Sourdière, 29. — Paris.....	1
CAVENTOU fils, Membre de l'Académie de Médecine, rue Sainte-Anne, 51 *bis*. — Paris.....	1
CHABAUD-LATOUR (DE), Général de division du Génie, rue Abbatucci, 41. — Paris.....	1
CHABRIÈRES-ARLÈS, Administrateur des Hospices, place Louis XVI, 12. — Lyon.	1
CHAMBRE de Commerce (la). — Bordeaux.....	1
CHAMBRE de Commerce (la). — Lyon.....	1
CHAMBRE de Commerce (la). — Nantes.....	1
*CHANTRE (Ernest), Géologue attaché au Muséum, 37, cour Morand. — Lyon...	1
CHARCOT, Professeur à la Faculté de Médecine de Paris, 17, quai Malaquais. — Paris.....	1
CHASLES, Membre de l'Institut, passage Sainte-Marie-Saint-Germain, 3. — Paris.	2
LE CHATELIER, Inspecteur général des Mines. (*Décédé*).....	1
*CHAUVEAU (A.), Directeur de l'Ecole vétérinaire, 22, quai des Brotteaux. — Lyon.....	1
CHEVALIER, Négociant, rue du Jardin-Public, 50. — Bordeaux.....	1
CLAMAGERAN, Avocat, 57, avenue Joséphine. — Paris.....	1
CLERMONT (DE), Sous-Directeur du Laboratoire de Chimie à la Sorbonne, boulevard Saint-Michel, 8. — Paris.....	1
CLOQUET (Jules), Membre de l'Institut, boulevard Malesherbes, 19. — Paris ...	1
*COLLIGNON (Ed.), Ingénieur des Ponts et Chaussées, boulevard Saint-Germain, 70. — Paris.....	1
COMBAL, Professeur à la Faculté de Médecine. — Montpellier.....	1
COMBES, Inspecteur général des Mines, Directeur de l'Ecole des Mines. (*Décédé*).	1
COMPAGNIE des Chemins de fer du Midi, boulevard Haussmann, 54. — Paris...	5
— des Chemins de fer d'Orléans, place Walhubert, 1. — Paris.....	5
— des Chemins de fer de l'Ouest, rue d'Amsterdam, 5. — Paris.. ...	5
— des Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, rue Saint-Lazare, 88. — Paris	5
— du Gaz parisien, rue Condorcet. — Paris.....	4
— des Salins du Midi, rue de la Victoire, 84. — Paris.....	2

	PARTS
COMPAGNIE des Messageries maritimes, 28, rue Notre-Dame-des-Victoires. — Paris	1
— des Fonderies et Forges de Terre-Noire, la Voulte et Bességes. — Lyon	1
— générales des Verreries de la Loire et du Rhône, à Rive-de-Gier (Loire), (M. HUTTER, Administrateur délégué)	1
— des Fonderies et Forges de l'Horme, 8, rue Bourbon. — Lyon	1
— du Gaz de Lyon, rue de Savoie. — Lyon	1
— de Roche-la-Molière et Firminy. — Lyon	1
CONSEIL d'administration de la Compagnie des Minerais de fer magnétique de Mokta-el-Hadid, rue de la Victoire, 59. — Paris	1
CONSEIL d'administration de l'Ecole Monge, rue Chaptal, 32. — Paris	1
COPPET (DE), Chimiste. — Campagne-Clermont, près Lausanne (Suisse)	1
*CORNU, Ingénieur des Mines, Professeur à l'École polytechnique, boulevard Saint-Michel, 10. — Paris	1
COSSON, Membre de la Société botanique, 7, rue Abbatucci. — Paris	1
COURTOIS DE VIÇOSE, petite rue d'Albade. — Toulouse	1
*COURTY, Professeur à la Faculté de Médecine de Montpellier. — Montpellier	1
*CROUAN (Fernand), Armateur, 14, rue Héronnière. — Nantes	1
DAGUIN, ancien Président du Tribunal de commerce de la Seine, 4, rue Castellane. — Paris	1
DALLIGNY, Maire du 8e arrondissement, rue d'Albe, 5. — Paris	1
DAVILLIER, Banquier, rue Roquepine, 14. — Paris	1
DEGOUSÉE, Ingénieur civil, rue de Chabrol, 35. — Paris	1
DELAUNAY, Ingénieur des Mines, Membre de l'Institut, Directeur de l'Observatoire. (*Décédé*)	1
Dr DELORE, Chirurgien en chef de la Charité, place Bellecour, 31. — Lyon	1
DEMARQUAY, Membre de l'Académie de Médecine. (*Décédé*)	1
DEMONGEOT, Ingénieur des Mines, Maître des requêtes au Conseil d'État. (*Décédé.*)	1
DHOTEL, Adjoint au maire du 2e arrondissement, 107, boulevard de Sébastopol. — Paris	1
Dr DIDAY, ex-Chirurgien en chef de l'Antiquaille, Secrétaire général de la Société de Médecine, rue de Lyon. — Lyon	1
DOLLFUS (Mme Auguste), rue de la Côte, 53. — Le Havre	1
DOLLFUS (Auguste), rue de la Côte, 53. — Le Havre	1
*DORVAULT, Directeur de la Pharmacie centrale, rue de Jouy, 7. — Paris	1
*DUMAS, Secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, Membre de l'Académie française, rue Saint-Dominique, 69. — Paris	1
DUPOUY (E.), Avocat, Conseiller général, Député de la Gironde. — Bordeaux	1
DUPUY DE LÔME, Membre de l'Institut, rue Saint-Honoré, 374. — Paris	1
DUPUY (Paul), Professeur à l'Ecole de Médecine, allées de Tourny. — Bordeaux	1
DUPUY (Léon), Professeur au Lycée, rue Vital-Carles, 13. — Bordeaux	1
DURAND-BILLION, ancien Architecte, 28, rue des Écoles. — Paris	1
DUVAL (Fernand), Administrateur de la Compagnie parisienne, rue François Ier, 45. — Paris	1
*DUVERGIER, Président de la Société Industrielle, 35, rue Saint-Cyr. — Lyon	1
*EICHTHAL (D'), Banquier, Président du Conseil d'administration des chemins de fer du Midi, rue Neuve-des-Mathurins, 98. — Paris	10
ENGEL, Relieur, rue du Cherche-Midi, 91. — Paris	1
ERHARDT-SCHIEBLE, Graveur, rue Duguay-Trouin, 12. — Paris	1
ESPAGNY (le comte D'), Trésorier-payeur général du Rhône, place de Lyon, 53. — Lyon	1
FAURE (Lucien), Président de la Chambre de Commerce. — Bordeaux	1
FOLLIN (Mme veuve), boulevard Saint-Germain, 244. — Paris	1
*FRIEDEL, Maître de conférences à l'École normale supérieure, Conservateur des collections de minéralogie à l'École des Mines, boulevard Saint-Michel, 60. — Paris	1
FRIEDEL (Mme), née Combes, boulevard Saint-Michel, 60. — Paris	1
FROSSARD (Ch.-L.), 14, rue de Boulogne. — Paris	1
FUMOUZE (Armand), Docteur-médecin-pharmacien, faubourg Saint-Denis, 78. — Paris	1

PAGES

GALANTE, Fabricant d'instruments de chirurgie, rue de l'École-de-Médecine, 2. — Paris 1
GALLINE (P.), Banquier, Président de la Chambre de Commerce, 11, place Bellecour. — Lyon 1
*GARIEL (C.-M.), Ingénieur des Ponts-et-Chaussées, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine, rue des Martyrs, 41. — Paris 1
GAUDRY (Albert), Professeur au Muséum d'histoire naturelle, rue des Saints-Pères, 7 *bis*. — Paris 1
GAUTHIER-VILLARS, Libraire, quai des Augustins, 55. — Paris 1
GEOFFROY-SAINT-HILAIRE (Albert), Directeur du Jardin d'acclimatation, boulevard Maillot, 50. — Neuilly (Seine) 1
GERMAIN (Henri), Membre de l'Assemblée nationale, Président du conseil d'administration du Crédit lyonnais, rue Murillo, 8. — Paris 1
GERMAIN (Philippe), Directeur de l'agence du Comptoir d'escompte de Paris, place Bellecour, 33. — Lyon 1
*GERMER-BAILLIÈRE, Libraire, rue de l'École-de-Médecine, 17. — Paris 1
GILLET fils aîné, Teinturier, quai Serin, 9. — Lyon 1
Dr GINTRAC père, Correspondant de l'Institut. — Bordeaux 1
*GIRARD (Ch.), Manufacturier, 20, rue des Écoles. — Paris 1
GOLDSCHMIDT (Frédéric), Banquier, boulevard Haussmann, 39. — Paris 1
GOLDSCHMIDT (Léopold), Banquier, 8, rue Murillo. — Paris 1
GOLDSCHMIDT (S.-H.), boulevard Malesherbes, 33. — Paris 1
GOUNOUILHOU, Imprimeur, rue Guiraude, 11. — Bordeaux 1
GRUNER, Inspecteur général des mines, rue d'Assas, 90. — Paris 1
Dr GUBLER, Professeur à la Faculté de Médecine, rue du Quatre-Septembre, 18. — Paris 1
Dr GUÉRIN (Alphonse), Membre de l'Académie de Médecine, rue d'Astorg, 9. — Paris 1
GUICHE (marquis DE LA), rue Matignon, 16. — Paris 1
GUIMET (Émile), Négociant, place de la Miséricorde. — Lyon 1
HACHETTE et Cie, Libraires-éditeurs, boulevard Saint-Germain, 79. — Paris 1
HADAMARD (David), rue Bleue, 14. — Paris 1
HATON DE LA GOUPILLIÈRE, Ingénieur des mines, Examinateur d'admission à l'École polytechnique, rue Garancière, 8. — Paris 1
HAUSSONVILLE (comte D'), Membre de l'Académie française, rue Saint-Dominique, 109. — Paris 1
HENTSCH, Banquier, rue Lepelletier, 20. — Paris 2
HILLEL frères, 15, rue de Presbourg. — Paris 2
HOTTINGUER, Banquier, rue de Provence, 38. — Paris 1
HOUEL, Ingénieur, avenue des Champs-Élysées, 75. — Paris 1
*HOVELACQUE (Abel), 35, rue de l'Université. — Paris 1
*Dr HUREAU DE VILLENEUVE, rue Lafayette, 95. — Paris 1
HUYOT, Ingénieur des mines, directeur de la Compagnie des chemins de fer du Midi, rue du Cirque, 10. — Paris 1
JACQUEMART (Frédéric), faubourg Poissonnière, 58. — Paris 1
JAMESON (Conrad), Banquier, rue de Provence, 38. — Paris 1
JAVAL, Membre de l'Assemblée nationale. (*Décédé*) 1
JOHNSTON, Député de la Gironde, boulevard de l'Alma, 7. — Paris 1
Dr JOURDANET, rue de Berri, 1. — Paris 1
KANN, banquier, rue de Grammont, 14. — Paris 1
KOENIGSWARTER (baron Maximilien DE), ancien Député, rue d'Astorg, 4. — Paris 1
KÖNIGSWARTER (Antoine), rue de la Chaussée-d'Antin, 60. — Paris 1
*KUHLMANN (Frédéric), Correspondant de l'Institut. — Lille 2
KUPPENHEIM (J.), Négociant, membre du Conseil des Hospices, quai Saint-Antoine, 26. — Lyon 1
*Dr LAGNEAU (Gustave), rue de la Chaussée-d'Antin, 38. — Paris 1
LALANDE (Armand), Négociant, quai des Chartrons, 84. — Bordeaux 1
LAMÉ-FLEURY, Ingénieur en chef des mines, secrétaire du Conseil général des mines, rue de Verneuil, 62. — Paris 1
LAMY (Ernest), rue Taitbout, 83. — Paris 1
LAN, Ingénieur en chef des mines, Directeur des forges de Châtillon et de Commentry, rue du Regard, 3. — Paris 2

	PARTS
LAPPARENT (DE), Ingénieur des mines, rue de Tilsitt, 3. — Paris	1
LARREY (le baron), Membre de l'Institut, Président du Conseil de santé des armées, rue de Lille, 91. — Paris	1
LAURENCEL (le comte DE), rue des Écoles, 26. — Paris	1
LAUTH (Ch.), Chimiste, rue de Fleurus, 2. — Paris	1
LECONTE, Ingénieur civil des mines, rue Laffitte, 49. — Paris	2
LECOQ DE BOISBAUDRAN, Négociant. — Cognac	1
LEFORT (Léon), Professeur à la Faculté de médecine, médecin des Hôpitaux, rue de la Victoire, 96. — Paris	1
LESSEPS (Ferdinand DE), Président-fondateur de la Compagnie Universelle du canal maritime de l'Isthme de Suez, rue Richepanse, 9. — Paris	1
LÉVY-CRÉMIEUX, Banquier, rue de Chateaudun, 34. — Paris.	1
*LOCHE, Ingénieur des Ponts-et-Chaussées, rue de Berlin, 16. — Paris	1
*Dr LORTET, Professeur à l'École de médecine, directeur du Muséum d'histoire naturelle, avenue de Noailles, 69. — Lyon	1
LUGOL, Avocat, rue de Téhéran, 11 (parc Monceaux). — Paris	1
LUTSCHER, Banquier, rue Labruyère, 43. — Paris	2
LUZE (DE) père, Négociant, rue et château Rivière. — Bordeaux	1
Dr MAGITOT, rue des Saints-Pères, 8. — Paris	1
MANGINI, Député à l'Assemblée nationale, rue des Archers. — Lyon	1
MANNBERGER, Banquier, rue de Provence, 59. — Paris	1
*MANNHEIM, Professeur à l'École polytechnique, rue Lepelletier, 24. — Paris	1
MARÉS (Henri). — Montpellier	1
MARTINET (Émile), Imprimeur, rue et hôtel Mignon, 2. — Paris	1
MARVEILLE (DE), château de Calviac-Lasalle (Gard)	1
*MASSON (Georges), Libraire, place de l'École-de-Médecine, 17. — Paris	1
M. E. (anonyme). — Paris	1
MÉNIER, Membre de la Chambre de Commerce de Paris, conseiller général de Seine-et-Marne, rue Sainte-Croix-de-la-Bretonnerie, 37. — Paris	10
MERLE (Henri). — Salindres (Gard)	1
MEYNARD (J.-J.), Ingénieur en chef des ponts-et-chaussées en retraite, 3, quai Saint-Clair. — Lyon	1
MIRABAUD, Banquier, rue Taitbout, 29. — Paris	1
*MONOD (Charles), Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, rue des Écoles, 38. — Paris	1
MONY (C.), à Commentry (Allier)	1
MOREL D'ARLEUX (Charles), Notaire, rue de Rivoli, 28. — Paris	1
Dr NÉLATON, Membre de l'Institut. (*Décédé*)	1
*OLLIER, Ex-Chirurgien en chef de l'Hôtel-Dieu de Lyon, Correspondant de l'Institut, quai de la Charité, 5. — Lyon	1
OPPENHEIM frères, Banquiers, rue de Londres, 17. — Paris	2
PARRAN, Ingénieur des mines, directeur des mines de fer magnétique de Mokta-el-Hadid, rue du Regard, 3. — Paris	1
PASTEUR, Membre de l'Institut, rue d'Ulm, 45. — Paris	1
PERDRIGEON, Agent de Change, rue Montmartre, 178. — Paris	1
PERROT (Adolphe), Docteur ès-sciences, ancien préparateur de Chimie à la Faculté de Médecine de Paris. — Genève (Suisse)	2
PEYRE (Jules), Banquier. — Toulouse	1
PIAT (A.), Constructeur mécanicien, rue Saint-Maur, 49. — Paris	1
PIATON, Président du Conseil d'administration des Hospices, 9, rue Ravez. — Lyon.	1
PICCIONI (Antoine). — Pino (Corse)	1
POIRRIER, Fabricant de produits chimiques, rue Hauteville, 49. — Paris	2
POTIER, Ingénieur des mines, répétiteur à l'École polytechnique, rue de Boulogne, 1. — Paris	1
POUPINEL (Paul), rue de Saintonge, 64. — Paris	1
POUPINEL (Jules), rue Murillo, 8. — Paris	1
QUATREFAGES DE BRÉAU (DE), Membre de l'Institut, Professeur au Muséum, rue Geoffroy-Saint-Hilaire, 36. — Paris	1
RÉCIPON (Emile), Industriel, 9, rue Bréa. — Nantes	1
RENOUVIER (Charles), à la Verdette, près le Pontet, par Avignon (Vaucluse)	1
REINACH, Banquier, rue de Berlin, 31. — Paris	1
Dr RICORD, Membre de l'Académie de Médecine, rue de Tournon, 6. — Paris	1

PARTS

RIFFAULT (le général), 10, rue Garancière. — Paris..... 1
RISLER (Charles), Chimiste, 18, rue de Berri. — Paris..... 1
ROCHETTE (DE LA), Maître de forges (hauts-fourneaux et fonderies de Givors), cours du Midi, 11. — Lyon..... 1
ROLLAND, directeur général des Manufactures de l'Etat, 66, rue de Rennes. — Paris..... 1
Dr ROLLET DE L'YSLE, Montmerle-sur-Saône (Ain)..... 1
ROMILLY (DE), rue Bergère, 22. — Paris..... 1
ROSIERS (DES), Propriétaire, 154, boulevard Haussmann..... 1
ROTCHSCHILD (le baron Alphonse DE), rue Saint-Florentin, 2. — Paris..... 1
Dr ROUSSEL (Théophile), Membre de l'Assemblée nationale, rue Neuve-des-Mathurins, 118. — Paris..... 1
ROUVIÈRE (A.), Ingénieur civil et Propriétaire. — Mazamet (Tarn)..... 1
SAINT-PAUL DE SAINÇAY, Directeur de la Société de la Vieille-Montagne, rue Richer, 19. — Paris..... 1
*SALET (Georges), Préparateur à la Faculté de Médecine, boulevard Saint-Germain, 84. — Paris..... 1
SALLERON, Constructeur, rue Pavée, 24 (au Marais). — Paris..... 1
SALVADOR (Casimir), 120, boulevard Haussmann. — Paris..... 2
SAUVAGE, Directeur de la Compagnie des Chemins de fer de l'Est. (*Décédé*)..... 2
SAY (Léon), Membre de l'Assemblée nationale, rue Labruyère, 45. — Paris..... 1
SCHEURER-KESTNER, Député de la Seine, rue Neuve-des-Mathurins, 84. — Paris..... 1
SCHRADER père, ancien Directeur des classes de la Société philomathique, rue Borie, 20. — Bordeaux..... 1
SERRET, Membre de l'Institut, au collége de France. — Paris..... 1
SEYNES (DE), Agrégé à la Faculté de Médecine, rue Saint-Dominique, 11. — Paris..... 1
SIÉBER, rue Paradis-Poissonnière, 23. — Paris..... 1
SOCIÉTÉ anonyme des Houillères de Montrambert et de la Béraudière. — Lyon..... 1
SOCIÉTÉ nouvelle des forges et chantiers de la Méditerranée, rue Notre-Dame-des-Victoires, 28. — Paris..... 1
Dr SUCHARD. Lausanne (Suisse)..... 1
SURELL, Administrateur du Chemin de fer du Midi, 54, boulevard Haussmann. — Paris..... 1
TALABOT (Paulin), Directeur général des Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, rue Saint-Arnaud, 10. — Paris..... 1
THÉNARD (le baron Paul), Membre de l'Institut, place Saint-Sulpice, 6. — Paris. 1
VAUTIER (Emile), Ingénieur civil, rue Centrale, 46. — Lyon..... 1
VERDET (Gabriel), Président du Tribunal de commerce. — Avignon..... 1
VERNES (Félix), Banquier, rue Taitbout, 29. — Paris..... 1
VERNES D'ARLANDES (Th.) faubourg Saint-Honoré, 25. — Paris..... 1
VIGNON (J.), rue Malesherbes, 45. — Lyon..... 1
Dr VOISIN (Auguste), rue Séguier, 16. — Paris..... 1
WALLACE (sir Richard), rue Laffitte, 2. — Paris..... 2
*WURTZ (Adolphe), Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté de Médecine et à la Faculté des Sciences, rue Saint-Guillaume, 27. — Paris..... 1
WURTZ (Théodore) 40, rue de Berlin. — Paris..... 1

MEMBRES A VIE.

ANONYME, 98, rue Neuve-des-Mathurins. — Paris.
BAILLE (Mme), rue de Fleurus, 2. — Paris.
*BARON, Ingénieur de la Marine, 8, rue Laforêt. — Rochefort-sur-Mer.
BAYSELLANCE, Ingénieur de la Marine. — Bordeaux.
*BERGERON, Ingénieur civil, 26, rue de Penthièvre. — Paris.
BERTRAND (J.), Membre de l'Institut, Professeur au collége de France, 9, rue des Saints-Pères. — Paris.
BICHON, Constructeur de navires. — Lormont, près Bordeaux.
BONNEAU (Théodore), Notaire honoraire. — Marans (Charente-Inférieure).

Dr BOUTIN (Léon), rue de la Pépinière, 18. -- Paris.
BRANDENBURG (Mme veuve), rue de la Verrie, 1. — Bordeaux.
*BRIAU, Directeur des Chemins de fer Nantais, 28, boulevard Delorme. — Nantes.
BROLEMANN (Georges), Administrateur de la Société générale, boulevard Haussmann, 166. — Paris.
BROLEMANN, Président du Tribunal de commerce, 11, quai Tilsitt. — Lyon.
*CAIX DE SAINT-AYMOUR (Vicomte Am. DE), Membre du Conseil général de l'Oise. de la Société d'Anthropologie et de plusieurs Sociétés savantes. — Château d'Ognon, près Barbery (Oise).
CAPERON père, à Villenave-d'Ornon, près Bordeaux.
CAPERON fils, à Villenave-d'Ornon, près Bordeaux.
CARDEILHAC, Négociant, rue de Rivoli, 91. — Paris.
*CASSAGNE (comte Antoine DE), Propriétaire, membre de la Société des Sciences industrielles, Arts et Belles-Lettres de Paris, au château de Saint-Jean-de-Libron, près Béziers (Hérault).
CAZALIS DE FONDOUCE (Paul-Louis), licencié ès-sciences, 18, rue des Étuves. — Montpellier (Hérault).
CAZENEUVE, Directeur de l'École de médecine, 26, rue des Ponts-de-Comines. — Lille.
CAZENOVE (Raoul DE), Propriétaire, 8, rue Sala. — Lyon.
CAZOTTES (A.-M.-J.), Pharmacien. — Millau (Aveyron).
CHAMBRE DES AVOUÉS au Tribunal de 1re instance. — Bordeaux.
*Dr CHATIN (Joannès), Professeur agrégé à l'école supérieure de pharmacie, 129, rue de Rennes. — Paris.
*Dr CHIL-Y-NARANJO (Grégorio), Palmas (Grand-Canaria).
CLEVELAND ABBE, Astronome et Météorologiste, *Army signal office*. — Washington (U. S.).
CLOIZEAUX (DES), Membre de l'Institut, 13, rue Monsieur. — Paris.
CLOUZET (Ferd.), Conseiller général, cours des Fossés. — Bordeaux.
COTTEAU, 36, boulevard Saint-Michel. — Paris.
COUNORD, Ingénieur civil, 85, cours Saint-Louis. — Bordeaux.
CRESPEL-TILLOY (Charles), Manufacturier, 14, rue des Fleurs. — Lille.
DEGORCE (E.), Pharmacien de 1re classe de la marine, 47, rue des Remparts. — Rochefort.
DELATTRE (Carlos), Filateur. — Roubaix.
DELESSERT (Édouard), 17, rue Raynouard. — Paris-Passy.
DELVAILLE, Docteur en médecine. — Bayonne.
DETROYAT (Armand). — Bayonne.
DIDA (A.), Chimiste, 9, rue Popincourt. — Paris.
DORÉ-GRASLIN (Edmond), Député de la Loire-Inférieure, 24, rue Crébillon. — Nantes.
*DOUVILLÉ, Ingénieur des Mines, 80, rue de Grenelle-Saint-Germain. — Paris.
DUCLAUX (Emile), Professeur à la Faculté des sciences, avenue de Noailles, 29. — Lyon.
*DUCROCQ (Auguste). — Niort (Deux-Sèvres).
Dr DULAC. — Montbrison.
*EICHTHAL (Gustave D'), 100, rue Neuve-des-Mathurins. — Paris.
EICHTHAL (Eugène D'), 100, rue Neuve-des-Mathurins. — Paris.
EICHTHAL (Georges D'), Hauts fourneaux de Buglose. — Buglose (Landes).
*EICHTHAL (Louis D'), Les Bezards, par Nogent-sur-Vernisson (Loiret).
ESPOUS (Auguste D'), Château de Boisbonnard, à Villeperdue (Indre-et-Loire).
FAYE, Membre de l'Institut, Inspecteur de l'Instruction publique, 26, rue Nicolo. — Paris-Passy.
FOURMENT (le baron DE), Cercamp-lès-Frévent (Pas-de-Calais).
Dr FROMENTEL (DE). — Gray.
Dr GINTRAC (Henri), Directeur de l'École de médecine. — Bordeaux.
*GOBIN, Ingénieur en chef du service municipal, 8, place Saint-Jean. — Lyon.
*GOURNERIE (DE LA), Membre de l'Institut, Inspecteur général des ponts-et-chaussées, 75, boulevard Saint-Michel. — Paris.
*GUIEYSSE, Ingénieur hydrographe de la marine, 42, rue des Écoles. — Paris.
HOVELACQUE-GENSE, 2, rue Fléchier. — Paris.
HOVELACQUE-KHNOPFF, 88, rue des Sablons. — Passy-Paris.
JUNGFLEISCH, Conservateur des collections à l'Ecole polytechnique. — Paris.
KOECHLIN (Jules), avenue Ruysdaël, 4 (parc Monceaux). — Paris.

LABRUNIE, Négociant, 49, pavé des Chartrons. — Bordeaux.
LACRETELLE, Ingénieur. — Bois-d'Oingt (Rhône).
*LAENNEC. Professeur à l'Ecole de médecine, boulevard Delorme, 13. — Nantes.
*LALLIÉ (Alfred), Avocat, Député de la Loire-Inférieure, 11, tenue Camus. — Nantes.
Dr LANTIER (E.), 150, avenue de Neuilly. — Neuilly.
LAROCHE (Félix), Ingénieur des ponts-et-chaussées, 35, faubourg Saint-Honoré. — Paris.
LAROCHE (Mme Félix), 35, Faubourg Saint-Honoré — Paris.
LAUSSEDAT, Colonel du génie, 15, rue Vaneau. — Paris.
LEBRET (Paul), 22, rue Caumartin. — Paris.
*LECHAT (Charles), maire de Nantes, place Launay. — Nantes.
LE MONNIER, Professeur d'histoire naturelle à la Faculté des sciences. — Poitiers.—
LESPIAULT, Professeur à la Faculté des sciences, rue Michel-Montaigne. — Bordeaux.
*LEVASSEUR, Membre de l'Institut, 26, rue Monsieur-le-Prince. — Paris.
LISBONNE, Ingénieur de la marine, 168, rue du Faubourg-Saint-Honoré. Paris.
LONGHAYE (Aug.), Négociant, 22, rue de Tournai. — Lille.
LORIOL (DE), Ingénieur civil, ancien élève de l'École des mines, 46, rue Centrale. — Lyon.
LOYER (Henri), Filateur, 394, rue Notre-Dame. — Lille.
MAAS, 15, rue de la Banque. — Paris.
MAHYER, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, 102, rue de Grenelle-Saint-Germain. — Paris.
MANGIN (A.), Directeur des Constructions navales, 42, rue de Berri. — Paris.
*MARCHEGAY, Ingénieur civil des Mines, 27, quai Tilsitt. — Lyon.
Dr MARÈS, (Paul), rue Babazoun. — Alger.
MARIGNAC (Charles), Professeur. — Genève (Suisse).
MARTIN (William), Propriétaire, 13, avenue de la Reine-Hortense. — Paris.
MAUREL (Marc), Banquier, Conseiller municipal. — Bordeaux.
MAUREL (Emile), Négociant, 7, rue d'Orléans. — Bordeaux.
Dr MICÉ, Professeur à l'Ecole de Médecine. — Bordeaux.
MILNE EDWARDS (Alphonse), Professeur de zoologie à l'École de pharmacie, rue Cuvier au muséum. — Paris.
MIRABAUD (Paul), 29, rue Taitbout. — Paris.
*MORTILLET (Gabriel DE), Sous-Directeur du Musée des Antiquités nationales. — Saint-Germain-en-Laye.
*NORMAND, Conseiller général de la Loire-Inférieure, 12, quai des Constructions. — Nantes.
ODIER, Directeur-Adjoint de la Caisse générale des Familles, 4, rue de la Paix. — Paris.
*OECHSNER (William), 37, rue des Noyers (boulevard Saint-Germain). — Paris.
PARISE, Professeur à l'Ecole de Médecine, 26, place des Bluets. — Lille.
PEREIRE (Henry), 35, faubourg Saint-Honoré. — Paris.
PEREIRE (Emile), 89, rue de Morny. — Paris.
PEREZ, Professeur à la Faculté des Sciences. — Bordeaux.
Dr PERROUD, Médecin de l'Hôtel-Dieu, 43, quai Saint-Vincent. — Lyon.
*PHILIPPE (Léon), Ingénieur des Ponts et Chaussées, 5, rue Gay-Lussac. — Paris.
PICHE, (Albert), Conseiller de préfecture, 8, rue Montpensier. — Pau.
Dr PIÉROU, Chazay-d'Azergues (Rhône).
*PLASSIARD, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées en retraite, 20, cours des Quais. — Lorient (Morbihan).
PRAT, Chimiste, 101, route de Toulouse. — Bordeaux.
REILLE (le baron), 10, boulevard de la Tour-Maubourg. — Paris.
RILLIET, 8, rue de l'Hôtel-de-Ville. — Genève (Suisse).
RISLER. — Calèves, près Nyon, canton de Vaud (Suisse).
ROBIN, Banquier, 38, rue de l'Hôtel-de-Ville. — Lyon.
ROGER (Henri). Membre de l'Académie de Médecine, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine, 15, boulevard de la Madeleine. — Paris.
SABATIER (Armand), Professeur agrégé et Chef des travaux anatomiques à la Faculté de Médecine de Montpellier. — Montpellier.

SAINT-OLIVE (G.), Banquier, 13, rue de Lyon. — Lyon.
*SCHLUMBERGER (Charles), Ingénieur des constructions navales, 30, rue du Plat. — Lyon.
SEGRETAIN, Commandant du Génie, 28, rue Vaubécourt. — Lyon.
SÉGUIER (Jean-Joseph-Alfred DE), Conseiller à la Cour d'appel. — Orléans.
SERVIER (Aristide-Edouard), Ingénieur des arts et manufactures, Directeur de la Compagnie du gaz de Metz, 9, avenue Serpenoise. — Metz.
SEYNES (Léonce DE), 58, rue Calade. — Avignon.
SIÉGLER (Ernest), Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Bar-le-Duc.
SOCIÉTÉ académique de la Loire-Inférieure. — Nantes.
SOCIÉTÉ philomathique de Bordeaux.
SOCIÉTÉ centrale de Médecine du Nord. — Lille.
STENGELIN, maison Evêque et Cie, 31, rue du Puits-Gaillot. — Lyon.
*Dr TEILLAIS, place du Cirque. — Nantes.
*Dr TEISSIER, 16, quai Tilsitt. — Lyon.
TERQUEM (Alfred), Professeur à la Faculté des Sciences, 116, rue Nationale. — Lille.
Dr THULIÉ, 31, boulevard Beauséjour. — Paris.
*TRÉLAT (Ulysse), Membre de l'Académie de Médecine, Professeur à la Faculté de Médecine, 33, rue Jacob. — Paris.
TURENNE (le marquis DE), 26, rue de Berri. — Paris.
Dr VAILLANT (Léon), Professeur au Muséum, 22, place Saint-André-des-Arts. — Paris.
VASSAL (Alexandre), 33, rue Caumartin. — Paris.
VAUTIER (Théodore), étudiant, 46, rue Centrale. — Lyon.
*VERNEUIL, Membre de l'Académie de Médecine, Professeur à la Faculté de Médecine, 11, boulevard du Palais — Paris.
VIEILLARD (Albert), 77, quai de Bacalan. — Bordeaux.
VIEILLARD (Charles), 77, quai de Bacalan. — Bordeaux.
*WILLM, Chef des travaux chimiques à la Faculté de Médecine, 82, boulevard Montparnase. — Paris.

MEMBRES ANNUELS.

*ABADIE père, Vétérinaire, 5, rue Franklin. — Nantes.
*ABADIE (Fernand), Vétérinaire, 5, rue Franklin. — Nantes.
*ABADIE (Henri), Vétérinaire, impasse Vignolle. — Nantes.
ABRIA, doyen de la Faculté des Sciences, quai de Bacalan. — Bordeaux.
ACADÉMIE des Sciences, Belles-Lettres et Arts. — Bordeaux.
ACOLLAS, ancien Professeur de Droit français à l'Université de Berne; Membre de la Société d'économie politique, 25, rue Monsieur-le-Prince. — Paris.
ADAM (Paul), place Richelieu. — Bordeaux.
AGACHE (Édouard), Manufacturier, 47, boulevard de la Liberté. — Lille.
AGACHE (Edmond), 49, boulevard de la Liberté. — Lille.
AGACHE (Alfred), square de Jussieu. — Lille.
ALAUZE, avoué, rue Ferrère. — Bordeaux.
ALCANTARA (Ch.), Professeur à l'École de Médecine. — Alger.
ALEXANDRE, Pharmacien, 20, cours du Chapeau-Rouge. — Bordeaux.
*ALGLAVE (Em.), Directeur de la *Revue scientifique*, 36, rue Gay-Lussac. — Paris.
ALICOT (Mme veuve), rue Sainte-Foix. — Montpellier.
Dr ALIX, Médecin principal à l'Hôpital militaire. — Lyon.
*ALLARD (Henri), rue Bonne-Louise. — Nantes.
*ALLARD, Conseiller municipal, 16, Mont-Saint-Bernard. — Nantes.
*ALLIOT, Ingénieur, filature Péan, rue Miséricorde. — Nantes.
ALLUARD (É.), Professeur à la Faculté des sciences, Directeur de l'Observatoire météorologique du Puy-de-Dôme. — Clermont-Ferrand.
ALPHANDERY, Membre du Tribunal de commerce, 4, rue de la Licorne. — Alger.
AMÉ (G.), attaché au chemin de fer du Midi, 7, rue Naujac. — Bordeaux.
*AMELINEAU père, 2, rue Lafayette. — Nantes.
*AMELINEAU fils, 2, rue Lafayette. — Nantes.
*ANDOUARD, Pharmacien, Professeur à l'Ecole de Médecine et de Pharmacie, 1, rue du Calvaire. — Nantes.

ANDRÉ (Fréd.), Ingénieur des ponts-et-chaussées. — Bayonne.
*Dr ANIZON, 22, rue des Halles. — Nantes.
ARCELIN (A.), Secrétaire de l'Académie de Mâcon. — Mâcon.
Dr ARIZA. — Madrid.
ARLÈS-DUFOUR (Armand), 12, place Louis XVI. — Lyon.
ARMAINGAUD, Docteur en Médecine, 93, cours d'Alsace-Lorraine. — Bordeaux.
ARNOULT (Jules), chef du bureau de la voie au chemin de fer des Charentes. — Saintes.
*ARSON, Ingénieur en chef de la compagnie du gaz, 40, rue de Bourgogne. — Paris.
AUBERGIER, Doyen de la Faculté des sciences de Clermont-Ferrand. — Clermont-Ferrand.
Dr AUBERT, 33, rue Bourbon. — Lyon.
*AUBIN (Émile), Chimiste, 16, rue de la Fidélité. — Paris.
Dr AUDÉ. — Fontenay-le-Comte (Vendée).
*AUDRAIN, Pharmacien des hôpitaux, chaussée de Pont-Rousseau. — Nantes (Loire-Inférieure).
*AVENARD (Alfred), Négociant. — Pouliguen. (Loire-Inférieure).
AZAMBRE (F.), Notaire. — Fourmies (Nord).
*BABIN-CHEVAYE, Député de la Loire-Inférieure, place des Irlandais. — Nantes.
*Dr BACHELOT-VILLENEUVE. — Saint-Nazaire (Loire-Inférieure).
Dr BAELDE. — Marcq-en-Barœul (Nord).
Dr BAILLARGER, membre de l'Académie de Médecine, 8, rue de l'Université. — Paris.
*BAILLON (Mme H.), 12, rue Cuvier. — Paris.
*BAILLOU (A.), Propriétaire. — Vérac. (Gironde).
*BALGUERIE (Édmond), 25, allées de Chartres. — Bordeaux.
BALGUERIE (Raoul), Consul ottoman, 26, cours du Chapeau-Rouge. — Bordeaux.
BALL, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris, 3, faubourg Saint-Honoré, — Paris.
BALLEY (Noël), 18, avenue de l'Observatoire. — Paris.
*BALLU, Pharmacien, rue de Feltre. — Nantes.
BALLY (B. L.). — Marchais-Saint-Seurin-de-Bourg-sur-Gironde.
BAOUR (Abel), Membre de la chambre de Commerce, cours du Chapeau-Rouge. — Bordeaux.
*Dr BARADUC (Léon), Médecin des mines de Saint-Éloi. — Montaigut-en-Combraille, par Saint-Éloi (Puy-de-Dôme).
BARBEDETTE (Frédéric), 12, rue Réaumur. — La Rochelle.
*BARET, Pharmacien, place Delorme. — Nantes.
BARGEAUD (Paul), Percepteur. — Saint-Genis de Saintonge (Charente-Inférieure).
*BARMONT (DE), 2, rue des Salorges. — Nantes.
*BARRAL (J.-A.), Secrétaire perpétuel de la Société centrale d'agriculture de France. 66, rue de Rennes. — Paris.
BARROIS (Th.), Filateur, 113, boulevard de la Liberté. — Lille.
*Dr BARTHÉLEMY, 20, rue Mercœur. — Nantes.
BARTHÉLEMY (Ernest), Ingénieur des arts et manufactures, 11, rue Contrescarpe. — Nantes.
*BASSET (Charles), Négociant, 34, rue des Merciers. — La Rochelle.
BASTIDE (Étienne), Pharmacien, 4, rue de la Citadelle. — Béziers.
BASTIDE (Henri), Pharmacien, 27, place Francheville. — Périgueux.
BATILLIAT (Sisoï), Pharmacien, 25, rue Pont-Laguiche. — Mâcon.
Dr BAUDET. — Cadillac, par Cérons (Gironde).
*BAUDOIN (Édouard), Négociant, 28, place Notre-Dame. — Étampes.
BAUDOUIN, Marchand de fer. — Pons (Charente-Inférieure).
BAUDRIMONT père, Professeur à la Faculté des sciences. — Bordeaux.
Dr BAUDRIMONT fils. — Bordeaux.
BAUMGARTNER, Ingénieur des ponts-et-chaussées, rue de la Verrerie. — Bordeaux.
BAUMEVIELLE (Aristide), 13, impasse des Tanneries. — Bordeaux.
BAZAINE, Ingénieur des Ponts et Chaussées en retraite, 94, rue d'Amsterdam.—Paris.
*BAZAINE (Achille), Ingénieur civil, ancien élève de l'Ecole polytechnique, 42, rue de Bruxelles. — Paris.
*BAZAINE, (Mme Achille), 42, rue de Bruxelles. — Paris.
BEAU-DELINCE, Propriétaire. — Saintes (Charente-Inférieure).
*BEAUDIN (Léon), Architecte, 8, rue Plantey. — Bordeaux.

*Beaujeux, Professeur de mathématiques, 20, rue de la Rampe. — Brest.
*Beaussire, Professeur de mathématiques, impasse Rozière. — Nantes.
Bechi (E.), Professeur à l'Institut technique. — Florence (Italie).
Béclard, Membre de l'Académie de Médecine, Professeur à la Faculté de Médecine, 4, impasse des Epinettes. — Charenton-Saint-Maurice.
Bécus, ancien Notaire, place de la Citadelle. — Béziers.
Beer (Guillaume), 88, rue des Mathurins. — Paris.
Beigbeder (D.), ancien Ingénieur des Manufactures de l'Etat, 13, rue d'Arcet. — Paris.
Bélime (Frédéric), Propriétaire. — Vitteaux (Côte-d'Or).
Bellier, Ingénieur civil, 101, cours d'Alsace-et-Lorraine. — Bordeaux.
*Belot, Professeur de génie rural à l'Ecole d'agriculture de Grand-Jouan. — Grand-Jouan, par Nozay (Loire-Inférieure).
Dr Benoist, Docteur ès-sciences, Ingénieur civil. — Bezons (Seine-et-Oise).
*Benoit (Léon), 1, rue Monthyon. — Nantes.
*Benoit (Alfred), Propriétaire. — Pornic (Loire-Inférieure).
*Benoit (Arthur), 6, place Launay. — Nantes.
*Dr Berchon, Médecin principal de 1re classe de la marine, Directeur du service sanitaire de la Gironde. — Pauillac (Gironde).
*Berchon (Mme). — Pauillac (Gironde).
Berdoly (H.), Avocat. — Château d'Uhuart-Mixe, près Saint-Palais (Basses-Pyrénées).
Berger (Adrien), Négociant, 29, cours Morand. — Lyon.
Bergis-Dounous (Em.), 17, rue Villebourbon. — Montauban.
Bergis (Léonce), Propriétaire. — Tempé, près Montauban.
Bernard, Avocat agrégé, 9, rue Castillon. — Bordeaux.
*Bernard (Rémy), Conseiller municipal, boulevard Saint-Aignan. — Nantes.
*Dr Bernaudeau (Félix), Médecin des Hôpitaux et du Chemin de fer d'Orléans, petite rue Bon-Secours. — Nantes.
Berne, Professeur à l'Ecole de Médecine, 14, rue Saint-Joseph. — Lyon.
Berrens, Manufacturier. — Barcelone.
Bertèche, 82, rue Blanc-Ballot. — Lille.
Berthaut, Professeur à l'Ecole Monge, 32, rue Chaptal. — Paris.
Berthier (Camille), Ingénieur civil. — La Ferté-Saint-Aubin (Loiret).
Berthier (Victor), chez MM. Sauzay frères, quincaillers. — Autun (Saône-et-Loire).
Dr Bertillon, 20, rue Monsieur-le-Prince. — Paris.
*Dr Bertin (Georges), Professeur suppléant à l'Ecole de Médecine, 2, rue Franklin. — Nantes.
*Bertrand-Geslin (le baron), Propriétaire, chemin de Carcouët. — Nantes.
Bethmann (Edouard), 5, rue de la Verrerie. — Bordeaux.
Bethouard (Emile), Receveur des domaines. — Doullens (Somme).
*Beurier, Rédacteur de *la Gironde*, rue de Cheverus. — Bordeaux.
Beylot, Vice-Président du Tribunal civil. — Bordeaux.
Bézineau, 31, rue des Argentiers. — Bordeaux.
Bichon, Fabricant d'acide tartrique. — Montpellier.
Bigo (E.), Négociant, 95, boulevard de la Liberté. — Lille.
Bigo (L.), Agence des mines de Lens, 24, rue Basse. — Lille.
Bigo, ancien Maire de Lille, 3, rue Sans-Pavé. — Lille.
Dr Billon, Maire de Loos (Nord).
Billy (Alfred de), Inspecteur des Finances, 2, rue Corvetto. — Paris.
Bimar (Auguste), rue Edouard-Adam. — Montpellier.
Dr Bitot, Professeur à l'Ecole de Médecine. — Bordeaux.
Blanc (Pierre), pharmacien, 7, rue Tholozan. — Lyon.
*Blanchard, pharmacien, 2, place Pirmil. — Nantes.
*Dr Blanchet, 3, rue du Calvaire. — Nantes.
*Blavet, Négociant, Président de la Société d'horticulture de l'arrondissement d'Etampes, 10, 12 et 14, rue de la Juiverie. — Etampes (Seine-et-Oise).
Blondeau (Charles), 14, rue d'Anse. — Villefranche (Rhône).
*Bobierre, Directeur de l'Ecole des Sciences, 12, rue Voltaire. — Nantes.
*Boca (Alcide), ancien Membre de la Chambre de commerce. — Valenciennes.
Boca (Charles), Avocat, Docteur en droit. — Valenciennes.

*Boca (Léon). — Valenciennes.
Boeswilwald, Chimiste, 92, rue de Maubeuge. — Paris.
Boire, Ingénieur civil, 143, rue Beauharnais. — Lille.
*Boisselier, Sous-Agent administratif à la direction du mouvement du port. — Rochefort (Charente-Inférieure).
*Boissier, pharmacien, Haute-Grand' Rue. — Nantes.
Dr Bollaert (Jules). — Bergues (Nord).
*Bonamy (E.), Bâtonnier de l'ordre des avocats, 4, rue Racine. — Nantes.
*Bonjour (Ernest), Propriétaire, 14, passage Saint-Yves. — Nantes.
Dr Bonnal. — Arcachon.
Bonnange, Archiviste au ministère des Travaux publics, 126, rue d'Assas. — Paris.
Bonnet, Teinturier, 6, rue Bugeaud. — Lyon.
Bonte (Ad.), Négociant, 25, boulevard de la Liberté. — Lille.
*Boquien, Chef d'escadron d'artillerie en retraite, 19, rue du Calvaire. — Nantes.
Bordet (Adrien), Avocat défenseur, 4, rue Neuve-du-Divan. — Alger.
Borel, 5, quai des Brotteaux. — Lyon.
Borelli (le vicomte de), premier Secrétaire d'ambassade à Athènes, 41, rue de l'Université. — Paris.
*Boubée, Agent de change, 17, rue Jean-Jacques. — Nantes.
*Boubée (Xavier), Propriétaire, 23, boulevard Delorme. — Nantes.
*Boucher-d'Argis, Membre du Conseil général de la Loire-Inférieure. — Château de l'Epinette, à Carquefou (Loire-Inférieure).
Boué (Louis), 43, rue du Médoc. — Bordeaux.
*Bougra (Armand), Vétérinaire, 11, rue Scribe. — Nantes.
*Bouhier, Directeur de l'Ecole professionnelle, 19, rue des Coulées. — Nantes.
*Bouilly, ancien Interne des hôpitaux, aide d'anatomie à la Faculté de médecine de Paris, 22, quai de Béthune. — Paris.
Boulé, Ingénieur des Ponts-et-Chaussées, 23, rue Abbatucci. — Paris.
Bouquet, Membre de l'Institut, 22, rue Soufflot. — Paris.
*Dr Bourdais, Chantenay, près Nantes.
*Bourdelles, Ingénieur des Ponts-et-Chaussées. — Lorient.
Bourdil, de l'Ecole centrale, 13, boulevard Haussmann. — Paris.
*Bourgault-Ducoudray, Membre de la Société académique, 6, rue Héronnière. — Nantes.
*Bourgault-Ducoudray, Propriétaire, 8, rue du Bocage. — Nantes.
*Bourgault-Ducoudray (fils), Propriétaire, 36, rue du Bocage. — Nantes.
*Dr Bourgeois, 12, boulevard Poissonnière. — Paris.
*Bourgerel, Architecte du département, 11, rue d'Orléans. — Nantes.
*Bourget (Léon), Courtier, 6, place Royale. — Nantes.
Bouriaud, Défenseur, 34, rue Duquesne. — Alger.
Dr Bourlier (Charles), Professeur à l'Ecole de médecine. — Alger.
Dr Boursier, 1, rue Ausone. — Bordeaux.
Boussuge, Avocat, 2, rue d'Auvergne. — Lyon.
*Dr Bouteiller (J.), Médecin des épidémies, Membre du Conseil central d'hygiène publique de la Seine-Inférieure, 31, rue Saint-Nicolas. — Rouen.
*Boutet, Propriétaire. — Sainte-Hermine (Vendée).
Boutmy, Maître de forges, Conseiller général des Ardennes. — Messenpré, par Carrignan.
*Bouvet, 51, rue de la Bourse. — Lyon.
Bouvier, Naturaliste, 55, quai des Grands-Augustins. — Paris.
Dr Boymier. — Sainte-Foy (Gironde).
Dr Brachet. — Aix-les-Bains.
*Dr Brame (Ch.), Professeur de chimie à l'Ecole de médecine. — Tours.
*Dr Brandza, Professeur à l'Université. — Bucharest (Roumanie).
*Brandza (Mme). — Bucharest (Roumanie).
*Brard (Charles), Propriétaire, 9, rue Gresset. — Nantes.
Brassard, Adjoint au maire, 28, rue Nicolas-Leblanc. — Lille.
Dr Breen (James), 2, rue Notre-Dame. — Bordeaux.
Bréhaut (Ernest), de la Bibliothèque nationale, 5, rue Beaujolais. — Paris.
Breton, Procureur de la République. — Provins.
*Breuil (Charles), Avocat à la cour d'appel, 11, rue Turbigo. — Paris.
Brezol (Charles), Industriel. — Mohon (Ardennes).

*Brindeau, Pharmacien. — Legé (Loire-Inférieure).
Brissaud, Professeur d'histoire au lycée Charlemagne, 6, boulevard Saint-Michel. — Paris.
Dr Brisson. — Averton, commune de Montils (Charente-Inférieure).
*Brissonneau, Industriel, Adjoint au maire 86, quai de la Fosse. — Nantes.
Brives-Cazes, Juge au Tribunal civil. — Bordeaux.
Brivet, Ingénieur de la Société anonyme de produits chimiques, établissements Malétra, 140, rue de Rivoli. — Paris.
Broca (Mme), 1, rue des Saints-Pères. — Paris.
*Broca (de), Capitaine de port, rue de l'Ermitage. — Nantes.
Broemer (Gustave), Chimiste, 9, quai Serin. — Lyon.
Broglie (le duc de), 10, rue Solférino. — Paris.
Brouardel, Professeur agrégé à la Faculté de médecine, 6, rue Bonaparte. — Paris.
Brousse (Raymond), négociant, 61, quai des Chartrons. — Bordeaux.
Brousset (Jules), Banquier, 11, rue des Cadeniers. — Nantes.
Dr Bruch (Edmond), Professeur à l'Ecole de médecine. — Alger.
*Bruel, ancien Constructeur de machines agricoles. — Moulins (Allier).
Brun (Charles), Architecte, 36, allée d'Orléans. — Bordeaux.
*Bruneteau, Avocat, 2, rue Crébillon. — Nantes.
Bruyère, Négociant, 27, rue de Béthune. — Lille.
Buhan (Pascal), place des Quinconces. — Bordeaux.
Buhlmeyer, Libraire, 15, rue des Beaux-Arts. — Paris.
Buisson, Président du consistoire protestant, 1, place Saint-Clair. — Lyon.
*Buisson, Directeur de la manufacture des tabacs. — Nantes.
Dr Bulard, Médecin principal de l'hospice des aliénés. — Bordeaux.
*Dr Bureau (E.), Professeur au Muséum d'histoire naturelle, 24, quai de Béthune. — Paris.
Bureau (A.), Graveur, 6, rue Esquermoise. — Lille.
Bureau (R.), graveur, 6, rue Esquermoise. — Lille.
*Bureau (Léon), Négociant, 15, rue Gresset. — Nantes.
*Bureau (Étienne), Négociant, 15, rue Gresset. — Nantes.
*Bureau père (Louis), Propriétaire, 15, rue Gresset. — Nantes.
*Dr Bureau (Évariste), 3. rue Piron. — Nantes.
*Bureau (Louis), 38, rue Madame. — Paris.
Dr Butz. — Caudéran, près Bordeaux.
Cabanes (J.-J.), 17, rue Fondaudège. — Bordeaux.
Cahours, Membre de l'Institut, à la Monnaie, rue Guénégaud. — Paris.
*Caillard (Frédéric), Négociant, 4, rue du Couëdic. — Nantes.
*Caillard (Arthur), Courtier maritime, 36, quai de la Fosse. — Nantes.
*Caillé (Dominique), Négociant, rue du Calvaire, au Sport. — Nantes.
Cailliot, Professeur, 48, rue Monsieur-le-Prince. — Paris.
*Callot (Ernest), Directeur de la Société d'assurances mutuelles *Aunis et Saintonge*, 10, rue Réaumur. — La Rochelle.
Calvé (Jules), Avocat, 14, rue Foy. — Bordeaux.
Cambefort (G.), 15, quai de l'Est. — Lyon.
*Cambefort (Ch.), 5, place Saint-Clair. — Lyon.
Candolle (Casimir de), Botaniste. — Genève (Suisse).
Cannissié (Philippe), Architecte, 10, boulevard de la Liberté. — Lille.
Cannissié (François), Propriétaire, 8, boulevard de la Liberté. — Lille.
Dr Cany (G.), Ancien président et doyen actuel de la Société de médecine, 4, place Saint-Pantaléon. — Toulouse.
Caqué, Professeur de mathématiques, 83, rue Notre-Dame-des Champs. — Paris.
*Carcaradec (de), Ingénieur en chef des ponts-et-chaussées, 1, rue Royale. — Nantes.
*Carême, Ingénieur civil, 19, rue de la Gare. — Lille.
*Carême (Lucien) fils, 19, rue de la Gare. — Lille.
Carles, Pharmacien, 30, quai des Chartrons. — Bordeaux.
*Carré, Propriétaire. — Fontenay-le-Comte (Vendée).
Carrel, 3, quai de la Pêcherie. — Lyon.
Carron (C.), Ingénieur, 21, rue Trécloître. — Grenoble.
*Cartailhac, Directeur de la *Revue des matériaux pour l'histoire de l'Homme*, 33 *bis*, rue Valade. — Toulouse.

*Dr CARTAZ, Rédacteur de la *Gazette hebdomadaire*, 36, rue des Ecoles. — Paris.
CASTANIER (Jacques), Constructeur-mécanicien, Conseiller général du Rhône, rue de Condé. — Lyon.
CASTELAIN père, 1, place des Roigneaux. — Lille.
CATALAN, Professeur d'analyse à l'Université. — Liége.
CATALAN (Mme). — Liége (Belgique).
CATEL (Charles). — Lille.
CATEL-BÉGUIN, maire de Lille, 11, rue Beauharnais. — Lille.
CAUSSE (Scipion), Propriétaire, 32, quai Jays. — Lyon.
Dr CAZIN. — Boulogne-sur-Mer.
CELLIEZ, Ingénieur, 24, rue Royale. — Paris.
CERCLE D'ALGER de la Ligue de l'Enseignement, 1, rue de Bône. — Alger.
CERCLE GIRONDIN de la Ligue de l'Enseignement, 2, rue Mautrec. — Bordeaux.
CERCLE PHILHARMONIQUE de Bordeaux.
CERF, Percepteur, 25, rue des Jésuites. — Armentières (Nord).
*CÉZARD (Louis), Raffineur. — Chantenay (Loire-Inférieure).
Dr CHABRELY, à la Bastide. — Bordeaux.
Dr CHAIGNEAU, Maire de Floirac, allées de Tourny. — Bordeaux.
CHAMPLOUIS (le baron DE), 8, boulevard Latour-Maubourg. — Paris.
CHAMPONNOIS, 45, rue Neuve-des-Petits-Champs. — Paris.
CHANAL, Négociant, rue Lafont. — Lyon.
CHANCEL, Doyen de la Faculté des sciences. — Montpellier.
*Dr CHANTREAU. — Saint-Étienne-de-Mont-Luc (Loire-Inférieure).
CHAPPELLIER (Georges), Manufacturier. — Masnières (Nord).
CHAPELLE (DE), Docteur en médecine, pont de la Maye. — Bordeaux.
CHAPERON (Charles), 27, rue Borie. — Bordeaux.
*CHAPLAIN-DUPARC (G.), Capitaine au long cours, Ingénieur civil, 11, rue Royer-Collard. — Paris.
CHAPON (Jules), 16, impasse Sainte-Catherine. — Bordeaux.
Dr CHAPPET, 49, avenue de Noailles. — Lyon.
CHARCELLAY, Pharmacien. — Fontenay-le-Comte (Vendée).
CHARIER, Architecte. — Fontenay-le-Comte (Vendée).
*CHARROPIN (Georges), Pharmacien de 1re classe. — Pons (Charente-Inférieure).
*Dr CHARTIER, Professeur à l'Ecole de médecine, 22, rue du Calvaire. — Nantes.
Dr CHASSAGNY, 8, place de la Miséricorde. — Lyon.
CHASTEIGNER (le comte Alexis DE), 23, rue Montbazon. — Bordeaux.
CHATEL (Victor). — Valcongrain, par Aunay-sur-Odon (Calvados).
CHAUBART (Léopold), Inventeur des vannes autorégulatrices et des résillages protecteurs des enrochements. — Moissac (Lot-et-Garonne).
CHAUMEIL, Inspecteur primaire, rue Ducau. — Bordeaux.
*CHAUVET (G.), Notaire. — Larochebaucourt (Dordogne).
CHAUVOT, 26, pavé des Chartrons. — Bordeaux.
CHAVÉE, Professeur de linguistique, 10, rue du Quatre-Septembre. — Paris.
*CHAZELY, Professeur à l'École d'Agriculture de Grand-Jouan, par Nozay (Loire-Inférieure).
*CHÉGUILLAUME, Ingénieur en chef des Ponts-et-Chaussées, 3, place Graslin. — Nantes.
*CHÉGUILLAUME (J.), Député de la Loire-Inférieure, 13, rue Briord. — Nantes.
*CHEMINEAU, Pharmacien, 4, rue de Rennes. — Nantes.
*CHENANTAIS, Architecte, 10, rue Lafayette. — Nantes.
*Dr CHENANTAIS, 22, rue de Gigant. — Nantes.
*CHESNEAU (Charles), Propriétaire, 7, rue Marceau. — Nantes.
*CHEUX (Albert), Météorologiste, 9, rue Chaperonnière. — Angers.
CHEVALIER, Fabricant de produits chimiques, 3, rue Magenta. — Villeurbanne (Rhône).
CHOISY, Ingénieur des Ponts-et-Chaussées. — Rethel (Ardennes).
CHOUILLOU (Albert), Elève à l'Ecole d'agriculture de Grignon, 13, quai du Havre. — Rouen.
*CHOUILLOU (Edouard), Fabricant de produits chimiques, 13, quai du Havre. — Rouen.
*CHOUILLOU (Lucien), Employé de commerce, 13, quai du Havre. — Rouen.
CHRESTIEN, Professeur à l'Ecole de médecine. — Lille.

CHRÉTIEN, Etudiant en médecine, rue et hôtel Royer-Collard. — Paris.
*CLEIFTIE (Armand), Négociant, 18, rue du Calvaire. — Nantes.
CLÉMENT, Médecin des hôpitaux, 53, rue Saint-Joseph. — Lyon.
*CLERVAUX (le comte DE). — Saintes (Charente-Inférieure).
*CLERVAUX (DE), Président de la Société des ingénieurs des arts et manufactures, rue de Rennes (Mont-Goguet). — Nantes.
*CLIPPERTON, Consul anglais, 6, rue Héronnière. — Nantes.
CLOUET (G.), Professeur de pharmacie et de toxicologie à l'Ecole de médecine, 52, rue de la Grosse-Horloge. — Rouen.
Dr COCHARD, Chirurgien de l'Hôtel-Dieu, 2, rue Voltaire. — Nantes.
COCHOT (Albert), Ingénieur-mécanicien. — Gond, près Angoulême (Charente).
*CODROSY (DE), Président du Conseil général de la Loire-Inférieure, 2, rue Chauvin. — Nantes.
COLLET, Officier de marine, Répétiteur à l'Ecole polytechnique, 22, rue de Vaugirard. — Paris.
*Dr COLLINEAU, 187, rue du Temple. — Paris.
*COLOMBEL (Georges), Avocat, Adjoint au maire, 3, rue Cambronne. — Nantes.
Dr COLRAT, 19, rue Gentil. — Lyon.
*COLSENET (Ed.), Professeur de philosophie au lycée. — Lille.
Dr COLSON (Auguste). — Beauvais.
COMITÉ MÉDICAL des Bouches-du-Rhône, 25, rue de l'Arbre. — Marseille.
COMME, Chef de culture, rue de Belleville, 15. — Bordeaux.
COMPIÈGNE (le marquis DE), 10, rue de Clichy. — Paris.
*CONSTANT, Juge, 17, rue de Coutances. — Nantes.
Dr CONSTANTIN. — Saint-Barthélemy (Lot-et-Garonne).
*CORBINEAU, pharmacien. — La Basse-Indre (Loire-Inférieure).
*CORENWINDER, Chimiste, 281, rue Nationale. — Lille.
CORMACK (Sir John-Rose) F. R. S. E. — D. M. Edinburg. — M. D. Paris, rue d'Aguesseau, 7. — Paris.
CORNU (Max.), Répétiteur de botanique à la Faculté des sciences, Secrétaire de la Société botanique de France, 5, place Monge. — Paris.
*CORNU (Mme), 10, boulevard Saint-Michel. — Paris.
CORNU, Juge de paix. — Châteauneuf-sur-Loire (Loiret).
*CORNULIER (DE), Conseiller général de la Loire-Inférieure, 13, rue du Lycée. — Nantes.
*CORNULIER-LUCINIÈRE (Contre-amiral DE), 4, rue d'Argentrée. — Nantes.
CORNUT, Ingénieur civil, 71, rue d'Isly. — Lille.
*COSSÉ (Victor), raffineur, 1, rue Daubenton. — Nantes.
COUPERIE (Aurélien), 19, rue Judaïque. — Bordeaux.
COURCIÈRES, Inspecteur d'Académie, 6, rue Boussairolles. — Montpellier.
*COURTOIS (Henri), Licencié ès-sciences physiques. — Au château de Muges, par Damazan (Lot-et-Garonne).
*COURTY (Mlle Marie). — Montpellier.
*COURTY (Mlle Mathilde). — Montpellier.
Dr COUTAGNE (Henri), 79, rue de Lyon. — Lyon.
COUTANCEAU, Ingénieur civil, rue de la Concorde. — Bordeaux.
CRAPON. — Pont-l'Evêque (Isère).
CREPEAUX (Virgile), 98, rue Neuve-des-Mathurins. — Paris.
CRÉPY (Paul), Négociant, 28, rue des Jardins. — Lille.
*Dr CRIMAIL (Ernest), 17, rue Crébillon. — Nantes.
*CUISIN (Charles), Dessinateur d'Histoire naturelle, 20, avenue d'Orléans. — Paris.
*CURIE (Jacques), Préparateur de chimie à la Sorbonne. — Paris.
CUSSET, Imprimeur, 123, rue Montmartre. — Paris.
*DAGRÈVE (E.), Médecin du lycée et de l'Hôpital. — Tournon (Ardèche).
*DALEAU (François). — Bourg-sur-Gironde.
DALLÉAS, Propriétaire, 4, cours de Tournon. — Bordeaux.
*Dr DALLY (Eugène), 56, avenue de Neuilly. — Neuilly.
DAMBRICOURT (Alex.), Industriel. — Le Choquet, près Saint-Omer.
DAMBRICOURT-LEGRAND, Industriel. — Wizernes.
*DANAIS, Pharmacien, rue de l'Abreuvoir. — Nantes.
DANEL, Imprimeur, 93, rue Nationale. — Lille.
DANEY, Négociant. — Bordeaux.

*Danto (Adolphe), Ingénieur civil, 14, rue d'Alger. — Nantes.
Dan Dawson, Milesbridge chemical Works near Huddersfield (Angleterre).
Darlu (A.), Professeur agrégé de philosophie, 2, rue Eglise Saint-Martin. — Angoulême.
Daubrée, Membre de l'Institut, Directeur de l'École des mines, 62, boulevard Saint-Michel. — Paris.
Dr David. — La Rochelle.
*Daymard, Ingénieur de la compagnie Transatlantique. — Saint-Nazaire (Loire-Inférieure).
Debidour, Professeur de l'Université, 91, rue de Lerme. — Bordeaux.
Debize, Lieutenant-Colonel d'état-major, 42, quai de la Charité. — Lyon.
Decazes (le duc), Député de la Gironde, château de Lagrave. — Libourne.
Dr Dechambre, 91, rue de Lille. — Paris.
*Decharme, Docteur ès sciences, professeur de physique à l'École supérieure et au lycée d'Angers, 11, rue de Bellay. — Angers.
Decocq, ancien employé des Tabacs. — Lille.
Decroix (Jules), Banquier, 42, rue Royale. — Lille.
*Decroix, Conseiller général de la Loire-Inférieure. — Cap-Choux, par Boulay-des-Mines (Loire-Inférieure).
*Dehérain (P.-P.), Professeur de Chimie à l'École de Grignon, 15, rue de Madrid. — Paris.
Dejaeghère (Édouard), 114, rue de Wazemmes. — Lille.
*Delabrosse, Conseiller général de la Loire-Inférieure, place de la Monnaie. — Nantes.
*Delabrosse, Négociant, raffineur, 2, rue Cambronne. — Nantes.
*Delacourt (E.). — Epéhy, par Roisel (Somme).
Deladerrière, Avocat. — Valenciennes.
Dr Delage, 18, rue des Fleurs. — Lille.
*Delaleu (Olivier), Propriétaire, 2, rue Sully. — Nantes.
*Dr Delamare, Professeur à l'École de Médecine, 3, place Graslin. — Nantes.
*Delanoé (Théodore), 8, rue Garde-Dieu. — Nantes.
Delaunay (Gaston), Sous-Inspecteur des eaux et forêts. — Vitry-le-Français.
*Delaunay de Saint-Denis, Président du tribunal de commerce, rue du Calvaire. — Nantes.
*Delaunne, Étudiant. — Arras.
*Delavau (Ernest), 18, rue Crébillon. — Nantes.
*Delavaud, Pharmacien en chef de la marine, 10, rue des Fonderies. — Rochefort (Charente-Inférieure).
Delbruck (J.). — Langoiran (Gironde).
Delesalle (Alfred), Filateur. — La Madeleine (Nord).
Delesalle (Em.) Propriétaire, 98, rue Jemmapes. — Lille.
Dr Delmas, 1, rue David-Johnston. — Bordeaux.
Delocre, Ingénieur en chef des ponts-et-chaussées, 38, rue de la Reine. — Lyon.
Delon (Ernest), Ingénieur civil, 14, rue du Collége. — Montpellier.
*Delozes, 2, rue Franklin. — Nantes.
Delrieu, Banquier. — Marmande (Lot-et-Garonne).
*Demance, Professeur au lycée, 22, rue de Strasbourg. — Nantes.
*Demanel, Professeur au lycée, 22, rue de Strasbourg. — Nantes.
Demarsy, Membre de la commission centrale de la Société de géographie. — Compiègne. (Oise).
*Demoget (E.-A.), Architecte, Ingénieur de la ville d'Angers, rue du Bellay. — Angers.
Dr Demons, 15, rue Michel-Montaigne. — Bordeaux.
Denoyel (Antonin), Propriétaire, 4, rue des Deux-Maisons. — Lyon.
Denucé, Professeur à l'École de Médecine. — Bordeaux.
*Depoully, Chimiste, 27, rue des Fêtes. — Paris.
*Deprez (Marcel), Ingénieur, 16, rue Cassini. — Paris.
Dequoy, Filateur, 27, rue de Wazemmes. — Lille.
Deroo, Pharmacien, 119, rue de Paris. — Lille.
Deros (A.), Ingénieur. — Grigny (Rhône).
Deroulède, Propriétaire. — Bouscat, près Bordeaux.
*Deruelle, Propriétaire, 199, rue de Vaugirard. — Paris.
Desbonnes (F.), Négociant, 18, allées de Chartres. — Bordeaux.

DESBRIÈRES, Secrétaire du comité des Forges, 56, rue de Provence. — Paris.
DESCAMPS (A.), Professeur à l'École de Médecine. — Alger.
Dr DESCAMPS. — Anzin (Nord).
DESCAMPS (Ange), Filateur, 31, rue de Thionville. — Lille.
DESCAT (Constantin), Maire de Roubaix, Député du Nord. — Roubaix (Nord).
DESESPRINGALE, Négociant, 103, boulevard de la Liberté. — Lille.
*DESFONTAINE, Ingénieur de la marine, passage Leroy, rue de la Bastille. — Nantes.
DESGRAND (Louis), 24, rue Lafond. — Lyon.
DESHAYES, Ingénieur civil des mines aux Fonderies. — Terre-Noire (Loire).
DESLONGCHAMPS, Professeur à la Faculté des Sciences. — Caen.
Dr DESMAISONS-DUPALLANS. — Castel-d'Andorte, près Bordeaux.
DESMETD-WALLAERT, 2, rue Sans-Pavé. — Lille.
*DESMETTRE (Ant.), Négociant. — Tourcoing (Nord).
DESMIRAIL, Propriétaire, 24, rue de Rohan. — Bordeaux.
DEVAY (F.), 155, faubourg Saint-Denis. — Paris.
*DEVEMY (Georges), Sainte-Catherine, près d'Arras (Pas-de-Calais).
DEVÈS, Avocat, rue de Bonn. — Béziers.
DIACON, Professeur à l'Ecole de Pharmacie. — Montpellier.
*Dr DIANOUX, 8, rue Gresset. — Nantes.
Dr DICCA, de Constantinople, 15, rue du Sommerard. — Paris.
DIDA fils, 9, rue Popincourt. — Paris.
DIETZ (J.), 4, rue de la Monnaie. — Nancy.
Dr DIEULAFOY (Georges), Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris, 16, rue Caumartin. — Paris.
DOLLFUS (Auguste), Président de la Société industrielle. — Mulhouse.
DONON DE GANNES, ancien Elève de l'Ecole des mines, 248, faubourg Saint-Honoré. — Paris.
DONY, Ingénieur de la Société anonyme de produits chimiques agricoles. — Bordeaux
*DOR (Eugène). — La Rochelle (Charente-Inférieure).
*DORÉ-GRASLIN (Philbert), Propriétaire, 24, rue Crébillon. — Nantes.
DORÉ-WUNDERLY, 2, rue Laffitte. — Paris.
DORMER (Lord), Grove-Park, Warwich. — Londres (Angleterre).
DORMOY, Conseiller municipal, rue Vilaris. — Bordeaux.
Dr DOUAUD, rue Notre-Dame. — Bordeaux.
*DOUCIN (François), Inspecteur honoraire de l'Université, 8, rue Harrouys. — Nantes.
*DOUCIN (Eugène), ancien Elève de l'Ecole polytechnique, 8, rue Harrouys. — Nantes.
DOUILLARD DE LA MAHAUTIÈRE, Propriétaire, cours du Jardin-Public. — Bordeaux.
*DOUILLARD (Gustave), Armateur, chemin des Chalatres. — Nantes.
*Dr DOUILLET. — Lamballe (Côtes-du-Nord).
DOUMERC, Ingénieur civil, 10, rue Copenhague. — Paris.
Dr DOYON, Médecin des eaux. — Uriage (Isère).
*DRAKE-EL-CASTILLO (Emmanuel). — Château de Candé, par Monts (Indre-et-Loire).
*DRAKE-EL-CASTILLO (Jacques). — Château de Candé, par Monts (Indre-et-Loire).
Dr DRANSART. — Somain (Nord).
DREVON (Henri), 67, cours d'Herbouville. — Lyon.
*DRON (Achille), Chirurgien en chef de l'Hospice de l'Antiquaille, 5, rue Pizay. — Lyon.
*DROUAULT (Mme Ch.), 76, rue de Rennes. — Paris.
DROUILHET-LAFARGUE, Propriétaire, 173, boulevard Caudéran. — Bordeaux.
DUBAR, Rédacteur de l'*Echo du Nord*, Grande-Place. — Lille.
*DU BODAN, Substitut du Procureur de la République, 4, rue Newton. — Nantes.
*DUBOIS (E.), Professeur de physique au Lycée, 26, rue des Trois-Cailloux. — Amiens.
*DUBOSCQ, Constructeur d'instruments d'optique, 21, rue de l'Odéon. — Paris.
DUBOST, Professeur d'économie rurale à l'Ecole de Grignon. — Grignon (Seine-et-Oise).
DUBOUCHÉ (Adrien), Négociant. — Jarnac (Charente).
DUBOURG, Avoué, 27, rue du Temple. — Bordeaux.

Dr DUBREUILH (Ch.), 12, rue du Champ-de-Mars. — Bordeaux.
DUBUISSON (François), Propriétaire. — Jouarre (Seine-et-Marne).
DUBUISSON (Edmond), Ingénieur civil à Jouarre (Seine-et-Marne).
DUBUISSON (Emile), Ingénieur à l'usine à soude. — Montredon, près Marseille.
DUCHAUFOUR (Georges), Négociant en métaux, 52, rue de Paris. — Lille.
DUCHAUFOUR (Eugène), Négociant en métaux, 52, rue de Paris. — Lille.
DUCHEMIN (E.), 33, place Saint-Sever. — Rouen.
DUCRETET (E.), Fabricant d'instruments de physique, 21, rue des Ursulines. — Paris.
DUCROST (l'abbé), Curé à Solutré, par Mâcon (Saône-et-Loire).
Dr DUDON, 10, rue Huguerie. — Bordeaux.
DUFAURE (Gabriel), Ingénieur civil des mines et Inspecteur du service du matériel au Chemin de fer des Charentes. — Saintes (Charente-Inférieure).
Dr DUFAY, Membre de l'Assemblée nationale. — Blois (Loir-et-Cher).
*DUFET (Henri), Agrégé préparateur à l'Ecole normale supérieure, 45, rue d'Ulm. — Paris.
*DUFOUR, Proviseur du Lycée. — Nantes.
*DUFOUR, Directeur du Muséum d'histoire naturelle, 6, rue Héronnière. — Nantes.
*DUGAST-MATIFEUX, Membre du Conseil municipal, 4, rue de Clisson. — Nantes.
*DULAC (Alfred), 7, rue Marceau. — Nantes.
Dr DUMÉNIL, 45, rue de l'Hôtel-de-Ville. — Rouen.
DUMONT (L.), Rédacteur à la *Revue scientifique,* 20, rue Louis-le-Grand. — Paris.
DUMORTIER, Membre de l'Académie de Lyon, avenue de Saxe. — Lyon.
Dr DUPOUY (Edmond), 81, rue Turbigo. — Paris.
*DUPRÉ (Anatole), Préparateur de chimie, 25, rue d'Ulm. — Paris.
*DUPUY, Substitut du procureur de la République, 9, rue Marceau. — Nantes.
*DURANCE (T.), Propriétaire. — Les Biais, commune de Saint-Père-en-Retz (Loire-Inférieure).
DURAND-CLAYE (Alfred), Ingénieur des Ponts-et-Chaussées, 85, rue Richelieu. — Paris.
*DURAND (Édouard), Vicaire de Notre-Dame, 49, quai Bourbon. — Paris.
*DURAND (Théodore), 8, rue Boileau. — Paris.
*DURAND-GASSELIN, Banquier, 6, rue Jean-Jacques Rousseau. — Nantes.
DURANDO (Gaëtan), Bibliothécaire de l'Ecole de Médecine. — Alger.
DURASSIER, Chimiste. — Creuzot (Saône-et-Loire).
DUREAU (Alexis), Archiviste de la Société d'Anthropologie de Paris, Bibliothécaire-adjoint à l'Académie de Médecine, 16, rue La Tour-d'Auvergne, — Paris.
DURET (P.-H.) père, Propriétaire, 3, rue Lafaurie-de-Monbadon. — Bordeaux.
Dr DURIAU, rue de Soubise. — Dunkerque.
DU RIEUX, Ingénieur, 44, rue Colbert. — Lille.
DUROT-BINAULD, Fondeur en fer. — La Madeleine-lès-Lille.
DURROS, Négociant, 43, cours des Fossés. — Bordeaux.
*DUTAILLY (G.), 63, rue des Saints-Pères. — Paris.
DUTILLEUL, Conseiller général, 22 et 24, rue du Quai. — Lille.
*DUVERGIER (Mme), 35, rue Saint-Cyr. — Lyon.
*Dr ÉCORCHARD, Directeur du Jardin des Plantes, 5, rue Lafayette. — Nantes.
ELIE (Eugène), Propriétaire, 22, rue Berthelot. — Elbeuf.
ENGEL (Eugène), chez MM. Dolfus, Mieg et Cie, 9, rue Saint-Fiacre. — Paris.
*EON DU VAL, Ingénieur en chef des Ponts-et-Chaussées, 13, rue Briord. — Nantes.
*ERNEST, Négociant, rue de Strasbourg. — Nantes.
ESCARRAGUEL, Propriétaire, 1, allée de Tourny. — Bordeaux.
*ESTOR, Professeur d'anatomie pathologique et d'histologie à la Faculté de Médecine de Montpellier. — Montpellier.
*EUDEL (Émile), Capitaine au long cours, rue du Chemin-des-Poules. — Nantes.
*ETIENNE, Négociant raffineur, 36, rue Grande-Biesse. — Nantes.
*ETIENNEZ (Étienne), Avoué, 1, rue de l'Échelle. — Nantes.
*EUDEVILLE (D'), Chimiste, 6 *bis,* rue Scribe. — Nantes.
FABRE (Charles), Propriétaire, 24, rue des Petits-Hôtels, place Lafayette. — Paris.
*FABRIÈS (Émile), Propriétaire, quai de Turenne. — Nantes.
FAGET (Marius), Architecte. — Bordeaux.
FAGUET (L.-Auguste), Préparateur de botanique à la Faculté des Sciences et au laboratoire de la Faculté de Médecine, 22, rue des Boulangers. — Paris.

FAIVRE, Doyen de la Faculté des Sciences, 27, rue Gentil. — Lyon.
*FAIVRE père, Ingénieur civil, 1, rue Mazagran. — Nantes.
*FAIVRE fils, Industriel, 3, place Sanitat. — Nantes.
FALATEUF (Oscar), Avocat, Membre du conseil de l'Ordre, rue du Conservatoire.— Paris.
FALIÈRES, Pharmacien. — Libourne.
FALSAN (Albert), Géologue. — Collonges sur-Saône (Rhône).
*FARGUES (H.), Pasteur, 54, rue de Gigant. — Nantes.
FAUCHÈRE-DUBOURG, Directeur du Musée. — Nérac (Lot-et-Garonne).
FAUCHEUR-DELEDICQUE, Propriétaire, 282, rue Notre Dame. — Lille.
*FAUDEMER (P.), Pharmacien, 19, rue Crébillon. — Nantes.
FAURE (Jules), 16, cours d'Alsace Lorraine. — Bordeaux.
FAURE (Charles), Négociant, 36, rue du Pont-de-la-Mousque. — Bordeaux.
FAURE (Alfred), Aide de botanique à la Faculté de Médecine de Montpellier, Membre de la Société botanique de France. — Montpellier.
FAURE (Ernest), Propriétaire. Tresses (Gironde).
FAURE (Fernand), 16, rue du Palais-de-Justice. — Bordeaux.
Dr FAVRE, Médecin consultant de la compagnie P. L. M., 1, rue du Peyrat. — Lyon.
FAVREUIL, Géomètre, 25, rue du Molinel. — Lille.
FAYOL, Ingénieur en chef des houillères de Commentry (Allier).
FÉE (Félix), Médecin en chef, Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Nancy. — Batna (Algérie).
Dr FÉRÉOL (Félix), 8, rue des Pyramides. — Paris.
FÉRET (Edouard), Libraire, cours de l'Intendance. — Bordeaux.
FERRIÈRE (Gabriel), rue du Réservoir. — Bordeaux.
FERROUILLAT (Prosper), Fabricant de produits chimiques, 1, rue d'Egypte. — Lyon.
FEUTRÉ (Angély), Homme de lettres, 62, rue Richelieu. — Paris.
FÉVRIER (le Général), commandant la place, 33, quai de la Charité. — Lyon.
FIÈRE (Paul), Archéologue. — Voiron (Isère).
*Dr FIEUZAL, 93, faubourg Saint-Honoré. — Paris.
FIÉVET, Fabricant de sucre. — Masny (Nord).
FILHOL, Professeur à la Faculté des Sciences. — Toulouse.
FILHOL, Interne des hôpitaux de Paris, 16, rue Cuvier. — Paris.
Dr FILLEAU, 19, rue des Archives. — Paris.
*FILLON, Propriétaire. — Fontenay-le-Comte (Vendée).
FILLOUX, Pharmacien. — Arcachon.
FLAMANT, Ingénieur des Ponts-et-Chaussées, 19, rue de la Gare. — Lille.
FLEURY, Recteur de l'Académie. — Douai.
*FLEURY (Victor), propriétaire. — La Drouétière, commune de Mauves (Loire-Inférieure).
FLORAND (Maurice), Pharmacien de 1re classe. — Guéret (Creuse).
*FLORNOY, Armateur, 14, Boulevard Saint-Aignan. — Nantes.
FLOTARD, Membre de l'Assemblée nationale. — Vernaison (Rhône), et 49, rue du Luxembourg. — Paris.
*FLOURENS (G.), Ingénieur chimiste, Membre de la Société industrielle du Nord, 21, rue du Cirque. — Lille.
FOLTZ, Professeur à l'Ecole de Médecine, 5, rue Saint-Dominique. — Lyon.
FONCIN, Professeur d'histoire et de géographie au lycée de Bordeaux, Membre de la Société de géographie. — Bordeaux.
FONSCOLOMBE (le baron DE), château de la Mole par Cogolin. — (Var).
Dr FONTAINE, 99, rue Neuve-des-Mathurins. — Paris.
*FONTANNES, 4, rue de Lyon. — Lyon.
FONTARIVE. — Linneville, commune de Gien (Loiret).
*FONTENEAU (Félix), Propriétaire, 8, rue Dugommier. — Nantes.
FORT fils, Négociant, cours du Jardin-Public. — Bordeaux.
*Dr FORTINEAU, 65, rue de Rennes. — Nantes.
*FOUCAULT, pharmacien, place Bretagne. — Nantes.
*FOULON (A.), Secrétaire de la Chambre de commerce, 8, rue Clisson. — Nantes.
*Dr FOULON-MESNARD, 6, rue Héronnière. — Nantes.
FOUQUE (Charles), Archiviste de la Société d'histoire naturelle de Toulouse, 64. rue de la Pomme. — Toulouse.

FOURCAND, Député de la Gironde. — Bordeaux.
FOURCAND (Léon), Négociant, Membre du Conseil municipal, 34, rue Saint-Rémi, — Bordeaux.
*FOURET, Ingénieur, 16, rue Billault. — Paris.
FOURMOND (L.), Négociant, 4, avenue de Paris (la Bastide). — Bordeaux.
FOURNEREAU (l'abbé), Professeur de sciences à l'institution des Chartreux. — Lyon.
FOURNET, place Tourny. — Bordeaux.
FOURNET (Gustave), Propriétaire-agriculteur, château Raoul, commune de Cursan, arrondissement de Bordeaux.
*FRANCHETEAU (Gustave), Négociant, 1, rue de Lafayette. — Nantes.
*FRANCISQUE-MICHEL (R.), 13, rue de l'Ancienne-Comédie. — Paris.
*FRANCK, Préparateur au collége de France, 4, carrefour de l'Observatoire. — Paris.
Dr FRAT (Victor), rue Maguelonne, 23. — Montpellier.
FRÉMENVILLE (DE), Géologue, 23, rue Sainte-Hélène. — Lyon.
FREYSSINGE, Pharmacien de 1re classe, 107, rue de Rennes. — Paris.
FRIEDERICH, Négociant. — Fontenay-le-Comte (Vendée).
FROMENT, Agent-voyer, Conducteur. — Vans, arrondissement de Largentière. (Ardèche).
FROSSARD (Emilien), Pasteur, Président de la Société Ramond. — Bagnères-de-Bigorre.
FROUIN (André). — Celles, canton d'Archiac (Charente-Inférieure).
*FRUNEAU (Henri), Avocat, 4, rue Sévigné. — Nantes.
FUSTER, Professeur à la Faculté de médecine de Montpellier. — Montpellier.
GABRIEL (l'abbé), Desservant, Docteur en théologie. — Eynesse, canton de Sainte-Foy (Gironde).
GACHASSIN-LAFITE (Léon), Avocat, 158, rue Sainte-Catherine. — Bordeaux.
*GADECEAU (Emile), Membre de la Société académique, 97, quai de la Fosse. — Nantes.
Dr GAIRAL père, Carignan (Ardennes).
Dr GALDO (Manuel M.-J. DE), Professeur d'histoire naturelle à l'Université, ex-maire de Madrid, sénateur du royaume, rue Hortaleza. — Madrid.
GAL, Répétiteur à l'Ecole polytechnique, 53, rue Cardinal-Lemoine. — Paris.
GALIBERT (Paul), avoué, 1, rue Cheverus. — Bordeaux.
*Dr GALIPPE, Préparateur d'Histoire naturelle à l'Ecole de Pharmacie, Aide de clinique à la Faculté de Médecine, Hôpital des cliniques. — Paris.
*GALLARD, Médecin des hôpitaux, 7, rue Monsigny. — Paris.
GALLÉ-REINEMER, 1, rue de la Faïencerie. — Nancy.
GALOS, Négociant, 103, rue Croix-Blanche. — Bordeaux.
GALOS (Robert), 103, rue Croix-Blanche. — Bordeaux.
GANDRIAU (Raoul), Manufacturier. — Fontenay-le-Comte (Vendée).
GARCIA (Manuel), Ingénieur du service de la voie du Chemin de fer des Charentes. — Saintes (Charente-Inférieure).
GARIEL (Mme Marguerite), 41, rue des Martyrs. — Paris.
*GARNIER (Paul), Ingénieur mécanicien, 16, rue Taitbout. — Paris.
*GARREAU, ancien Capitaine de frégate, 1, rue de Floirac. — Agen.
Dr GARRIGOU, 38, rue Valade. — Toulouse.
GASQUET, Vétérinaire. — Aiguillon.
*GASSIES, Directeur du Musée préhistorique, allées de Tourny. — Bordeaux.
*GAUDEFROY, 8, rue de la Montagne-Sainte-Geneviève. — Paris.
*GAUDIN. Conseiller général de la Loire-Inférieure, 50, rue Abbatucci. — Paris.
GAUTIER (Antoine). — Château de Piquayne, près Cazères (Haute-Garonne).
GAUTIER, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine, 35, rue de Vaugirard. — Paris.
*Dr GAUTRET. — Vallet (Loire-Inférieure).
*GAUTRET (D.), Juge suppléant, rue Mercœur. — Nantes.
*GAUTTÉ, Avocat, 23, rue du Moulin. — Nantes.
*GAVARRET, Membre de l'Académie de Médecine, Professeur à la Faculté de Médecine, 73, rue de Grenelle-Saint-Germain. — Paris.
GAVELLE (Emile), Filateur, 275, rue de Solférino. — Lille.
Dr GAY. — Jarnac.

*Gay (Henri), Professeur de physique au lycée d'Amiens, 1, rue Basse-Notre-Dame. — Amiens.
Dr Gayat, 10, rue de la Barre. — Lyon.
*Dr Gayet, Chirurgien titulaire de l'Hôtel-Dieu, 1, rue de la Barre. — Lyon.
Dr Gellie, 33, rue Neuve. — Bordeaux.
*Dr Gélusseau (Aug.), 38, quai de la Fosse. — Nantes.
*Genain, Préparateur au laboratoire de l'État, 18, rue des Tours. — Lille.
*Genevier (Gaston), Pharmacien, 33, quai de la Fosse. — Nantes.
Dr Gérard, 2, rue Constantine. — Lyon.
Germain, Ingénieur de la Marine, 4, rue de Vienne. — Paris.
*Giard, Professeur à la Faculté des Sciences, 75, rue Beauharnais. — Lille.
Dr Gibert, rue Cerise. — Le Havre.
Gibon, Ingénieur directeur des forges de Commentry. — Commentry (Allier).
Giffard (Henri), Ingénieur, 14, rue Marignan. — Paris.
*Gilée, Président de la Chambre de commerce, 13, rue Bertrand-Geslin. — Nantes.
Gillet (François), Teinturier, 9, quai Serin. — Lyon.
Gillet-Paris, Ingénieur, 41, rue de la Reine. — Lyon.
Gillon, Serrurier-Mécanicien, 94, rue du Cherche-Midi. — Paris.
*Ginoux-Defermon (le Comte), Député et Conseiller général de la Loire-Inférieure), 48, rue de Bourgogne. — Paris.
Girard, Directeur de la Manufacture des tabacs. — Lyon.
Girard père, 3, rue des Jeûneurs. — Paris.
Girard de Rialle (Julien), ancien Préfet de la République, 64, rue de Clichy. — Paris.
Girardon, Ingénieur des Ponts et Chaussées, 1, cours Lafayette. — Lyon.
Giraud (Dominique), Négociant. — Saint-Peray (Ardèche).
*Giraudeau, Avocat, 1, boulevard Delorme. — Nantes.
Dr Giraud-Teulon, 53, rue de Rome. — Paris.
Dr Girin, 24, rue de Lyon. — Lyon.
Girodon (l'abbé), Directeur de l'Ecole Fénelon, rue de Lisbonne. — Paris.
Giroud, 27, rue des Petits-Hôtels. — Paris.
Glotin, ancien Officier de la marine, 11, rue de la Devèse. — Bordeaux.
Goblet, Chimiste. — Croix (Nord).
Goblet (Th.), Membre de l'Académie de Médecine, 34, rue de Grenelle-Saint-Germain. — Paris.
Godard (Camille), Négociant, 106, façade des Chartrons. — Bordeaux.
*Godefroy, Professeur de sciences au Petit-Séminaire. — La Chapelle (Loiret).
Gonindard (l'abbé), Directeur de l'institution des Chartreux. — Lyon.
Gonnard (F.), Minéralogiste, 27, rue Saint-Pierre. — Lyon.
Gordon (Richard), Bibliothécaire-adjoint, à l'Ecole de Médecine. — Montpellier.
Dr Gosse. — Genève.
Gosselet, Professeur à la Faculté des Sciences, 18, rue d'Antin. — Lille.
Gosselin, Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté de Médecine, 3, rue des Pyramides. — Paris.
Gouget, Archiviste du département. — Bordeaux.
*Goullin (Gustave), Vice-consul de Belgique, 13, rue Gresset. — Nantes.
*Goumin (Félix), Propriétaire, 3, route de Toulouse. — Bordeaux.
*Goupilleau, Président de la section d'agriculture de la Société académique, 3, rue Cambronne. — Nantes.
Gourdon (Camille), Professeur de l'école La Martinière. — Lyon.
Goussard, Président de section au Conseil d'État. — Watten, près Saint-Omer.
*Gousset, Inspecteur d'Académie, 13, rue des Cadeniers. — Nantes.
Goybet, Directeur de l'école La Martinière, à l'école La Martinière. — Lyon.
Gozzadini (Comte J.), Sénateur du royaume d'Italie, Ancien président du Congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistoriques. — Bologne (Italie).
*Grad (Charles), secrétaire du Comité de statistique de la Société industrielle de Mulhouse. — Logelbach (Alsace).
*Graillat (Jean), 24, rue des Bernardins. — Paris.
Grandidier, rue de Berry, 14. — Paris.
*Grandville, Propriétaire. — Port-Saint-Père (Loire-Inférieure).
Gremailly, Directeur de l'hôtel de la Paix. — Bordeaux.

*Grignon-Dumoulin (Georges), Négociant, 37, rue des Arts. — Nantes.
*Grimaud (Émile), Imprimeur, place du Commerce, 4. — Nantes.
Dr Grimaud (Léon), 17, rue Colbert. — Nantes.
*Grimaux, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine, 104, rue d'Assas. — Paris.
*Gripon, Professeur à la Faculté des Sciences. — Rennes.
Grissac (de). — Bel-Air-les-Cartes, par Mortagne-sur-Gironde. (Charente-Inférieure).
*Groc, Directeur du service des eaux. — La Rochelle (Charente-Inférieure).
Gros (Camille), Professeur à l'École de Médecine. — Alger.
Gross, Professeur agrégé à la Faculté de Médecine, 17, quai Isabey. — Nancy.
Grossard (Hippolyte), Négociant. — Bordeaux.
Des Grottes, Conseiller général, cours de Tourny. — Bordeaux.
Dr Guépin, rue Thiac. — Bordeaux.
*Guérin (Jules), Ingénieur civil, 106, boulevard Saint-Germain. — Paris.
Guerne (J. de), Étudiant, 9, rue Lewarde. — Douai.
*Guesdon (Alfred), Propriétaire, 20, rue Marceau. — Nantes.
Guestier (Daniel), Membre de la Chambre de Commerce. — Bordeaux.
*Guézard, 7, rue du Rond-Point. — Montrouge (Seine).
*Guiard, Ingénieur des Ponts-et-Chaussées. — Étampes.
*Guiard (Mme) — Étampes.
*Guichet, Avoué, 20, rue Crébillon. — Nantes.
*Dr Guihal. — La Chapelle-Basse-Mer (Loire-Inférieure).
Dr Guillaud, Licencié ès-sciences naturelles. — Aumagne (Charente-Inférieure).
Guillaume (Léon), Hôtel du Lion-d'Argent. — Charleville (Ardennes).
Guillemet (Gabriel). — Fontenay-le-Comte (Vendée).
Dr Guillon père, 25, rue Gaillon. — Paris.
*Guilley, Président du Cercle des Beaux-Arts, 27, rue de Gigant. — Nantes.
*Guyerdet (A.), Attaché aux collections géologiques de l'École des Mines ; 16, rue Gay-Lussac. — Paris.
*Hailaust, Négociant, 15, quai Moncousu. — Nantes.
*Halgan (Stéphane), Directeur de l'École industrielle, 16, boulevard Delorme. — Nantes.
Hallez (L.), Professeur à l'École de Médecine, 1, rue des Jardins. — Lille.
Hallez (Paul), Préparateur à la Faculté des Sciences, 62, rue de Gand. — Lille.
Halphen (Constant), rue Tilsitt, 11. — Paris.
*Halphen (G.), Répétiteur à l'École polytechnique, 51, rue Sainte-Anne. — Paris.
Dr Hameau, Docteur en Médecine. — Arcachon.
*Hanappier (Mme), 57, rue du Jardin-Public. — Bordeaux.
*Harmange fils, Propriétaire, 17, rue Gresset. — Nantes.
*Hedelin (Mme), 2, rue de Villiers. — Paris (Ternes).
*Harembert (Armand), Propriétaire. — Verneuil (Eure).
*Hatt, Ingénieur hydrographe, 9, rue Madame. — Paris.
*Dr Hearn (William-A.), 24, rue de Sèze. — Paris.
*Hennau, Ingénieur, 2, place Saint-Pierre. — Nantes.
*Henninger, Préparateur à l'École des Hautes-Études, 13, rue Daguerre. — Paris.
Dr Henry, 39, rue de Béthune. — Lille.
Henry (Louis), Professeur de chimie à l'Université de Louvain (Belgique).
Henry, Ingénieur des Ponts-et-Chaussées. — Saint Omer.
Herbault-Nemours, Agent de change, rue Port-Mahon, 12. — Paris.
*Herbelin, Pharmacien, Professeur suppléant à l'École de Médecine, place Louis XVI. — Nantes.
*Herbert, Propriétaire, place Lafayette. — Nantes.
Hérilier (Charles), 36, rue de Paris. — Lyon.
*Hérouard (Jules), Ancien élève de l'Ecole centrale, 23, rue Saint-André. — Saint-Quentin (Aisne).
*Hervé, Changeur, 3, place Royale. — Nantes.
*Dr Heurtaux, Professeur à l'École de médecine, 2, rue Newton. — Nantes.
Hirsch, Architecte en chef de la ville, 17, rue Centrale. — Lyon.
*Hirsch, Ingénieur des ponts-et-chaussées, 63, boulevard Suchet. — Paris (Auteuil).
Dr Hoggan (Madme Francès, Elisabeth), membre des British association for the ad-

vancement of science and British medical association, 13, Grandville place, Portman Square. — Londres. W.

Dr HOGGAN (George), membre des British association for the advancement of science and British medical association, 13, Grandville place, Portman Square. — Londres. W.

HOLSTEIN (P.), Agent de change, 20, rue de Lyon. — Lyon.

HOUDOY (J.), Propriétaire, square Jussieu. — Lille.

*HOUZÉ DE L'AULNOIS (Alfred), Professeur à l'École de médecine. — Lille.

HOUZÉ DE L'AULNOIS, Avocat. — Lille.

HOVELACQUE-MAHY, 99, rue Royale. — Lille.

*HUBERT (Pierre), Industriel, 6, rue Scribe. — Nantes.

*Dr HUET (Clair). — La Basse-Indre (Loire-Inférieure).

*HUGON (Philippe), Ancien chef de division à la Mairie, 19, rue de Lerme. — Bordeaux.

HUMBERT (G.), 53, quai Saint-Vincent. — Lyon.

*HUREAU DE VILLENEUVE (Mme), 95, rue Lafayette. — Paris.

*HURVOY (A.), 15, rue Crébillon. — Nantes.

HUSSON, Maire de Viry-Châtillon. — Viry-Châtillon.

Dr DE HYSERN (Joachim), Ancien professeur, Conseiller royal, Inspecteur général de l'instruction publique d'Espagne, 20, rue du Prado. - Madrid.

Dr ICARD, Secrétaire général de la Société des sciences médicales, 48, rue de Lyon. — Lyon.

*ILLARET (A.), Vétérinaire. — Saint-Ferme, par Monségur (Gironde).

JACQUET, Directeur de l'usine de la Voulte. — La Voulte (Ardèche).

*JACQUINOT (Alphonse), Étudiant en médecine, 52, rue des Écoles. — Paris.

*JALLANDE-CRUVILLE, Propriétaire, 11, rue des Cadeniers. — Nantes.

*JAMIN (Léon), Ingénieur, 96, rue de Rennes. — Nantes.

JANGOT, Propriétaire, 7, rue Montée-des-Anges. — Lyon.

JANSSEN, Membre de l'Institut, Directeur de l'Observatoire physique, 21, rue Labat. — Paris.

JAQUINÉ, Inspecteur général honoraire des ponts-et-chaussées. — Nancy.

*JAUMES, Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Montpellier. — Montpellier.

JEANJEAN, Professeur à l'École de pharmacie. — Montpellier.

Dr JEANNIN (O.). — Montceaux-les-Mines (Saône-et-Loire).

*JÉGOU-D'HERBELINE, Inspecteur général, Directeur de l'École des ponts-et-chaussées, 28, rue des Saints-Pères. — Paris.

JENOUDET, Étudiant en droit, 39, quai Joinville. — Lyon.

JOANNE (A.), 20, rue de Vaugirard. — Paris.

JOHNSTON (H.), Négociant, 25, rue Vauban. — Bordeaux.

JOLY, Ingénieur en chef des ponts-et-chaussées, cours de Gourgues. — Bordeaux.

*JOLY, Ingénieur des ponts-et-chaussées, 19, rue Colbert. — Nantes.

JORDAN (A.), Professeur, 40, rue de l'Arbre-Sec. — Lyon.

JORET, Ancien élève de l'École polytechnique, Ingénieur, hôtel d'Anjou. — Angers.

Dr JOUBERT, 20, rue Vital-Carles. — Bordeaux.

*JOUBERT. Étudiant, 110, rue Saint-Pierre. — Rochefort.

JOUET (Daniel), Étudiant, 22, rue Sainte-Catherine. — Bordeaux.

JOUFFRAULT (Camille), Membre du conseil général des Deux-Sèvres. — Argenton-le-Château.

*Dr JOUON, 23, rue du Moulin. — Nantes.

*JOURDANNE, Pharmacien, 52, quai de la Fosse. — Nantes.

JULLIEN, Ingénieur des ponts-et-chaussées. — Béziers.

Dr KASTUS, Professeur de chimie à l'École La Martinière, 9, rue Constantine. — Lyon.

*KERVILER (René), Ingénieur des ponts-et-chaussées. — Saint-Nazaire.

*KIRMISSON, Interne des Hôpitaux, 151, rue de Sèvres, hôpital Necker. — Paris.

*Dr KIRCHBERG, Professeur suppléant à l'École de médecine, 1, rue Basse-du-Château. — Nantes.

KLEINMANN, Sous-directeur du Crédit lyonnais. — Lyon.

Dr KLOZ, 36, cours de Tourny. — Bordeaux.

KOECHLIN (Émile), 85, boulevard Saint-Michel. — Paris.

KOVALSKI, Professeur à l'École supérieure de commerce et d'industrie, 18, rue Ravez. — Bordeaux.

LABAT, Professeur à l'École de médecine. — Bordeaux.
*Dr LABORDE (Paul), 26, rue de Strasbourg. — Nantes.
LACAZE-DUTHIERS (DE), Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des sciences, 7, rue de la Vieille-Estrapade. — Paris.
Dr LACHAUD. — Lugon (Gironde).
LACROIX, Pharmacien de 1re classe, 6, rue Philibert-Laguiche. — Mâcon.
LACROIX, Propriétaire. — Saint-Loubès (Gironde).
*LADUREAU, Directeur du laboratoire de l'Etat et de la Station agronomique du Nord. — Lille.
*LAENNEC (Mme Théophile), 13, boulevard Delorme. — Nantes.
LAFARGUE (Georges), 63, rue des Remparts. — Bordeaux.
LAFARGUE, Industriel, à la manufacture de Laprade, par Aubeterre (Charente).
*Dr LAFITTE, Médecin consultant. — Coutras (Gironde).
LAFITTE (Paul), 6, rue Castellane. — Paris.
LAFON, Directeur de l'Observatoire, 2, place Louis XVI. — Lyon.
*LAFONT (Georges), Architecte, 17, rue Rosière. — Nantes.
LAGNEAU (Mme), 38, rue de la Chaussée-d'Antin. — Paris.
LAGRANGE, Directeur de la raffinerie Guillon, 45, quai Bourbon. — Paris.
LAGRAVE, magistrat, 27, cours de l'Intendance. — Bordeaux.
LAGRENÉ (DE), Ingénieur en chef des Ponts-et-Chaussées. — Mantes (Seine-et-Oise).
LAGROLET, Négociant, 124, cours d'Alsace-Lorraine. — Bordeaux.
*LA HAYE-JOUSSELIN (DE), Propriétaire. — Nantes.
Dr LAHENS (Th.), 49, cours du Jardin-Public. — Bordeaux.
*Dr LAILLER, 22, rue Caumartin. — Paris.
*LAIR (Charles), château de Blou-Longué. — (Maine-et-Loire).
*LAISANT, Capitaine du génie, membre du Conseil général de la Loire-Infre. — Nantes.
LALANDE (DE), 22, rue d'Enfer. — Paris.
*LALANNE, 23, rue Doidy. — Bordeaux.
LALANNE, Propriétaire. — Castillon (Gironde).
Dr LALESQUE (Jules). — La Teste (Gironde).
LALLEMAND (A.), Doyen de la Faculté des sciences. — Poitiers.
Dr LALLEMENT (Ed.), Professeur suppléant à l'Ecole de Nancy, 28, rue Saint-Dizier. — Nancy.
LALOUETTE, Directeur de l'*Omnium*, 13, rue de Lyon. — Lyon.
*LAMARY, Notaire, place du Collége. — Vannes.
*LAMBERT, Président de chambre honoraire de la cour d'appel de Rennes, 13, boulevard Delorme. — Nantes.
*LAMBERT, Juge, 9, rue Anizon. — Nantes.
LAMOUREUX, Graveur en taille douce, 38, rue Lacépède. — Paris.
*LAMY (A.), Professeur à l'Ecole centrale. — Paris.
*LANCEREAUX, Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, 3, rue Saint-Arnaud. — Paris.
LANDA, Rédacteur du *Progrès de Saône-et-Loire*. — Châlon-sur-Saône (Saône-et-Loire).
LANDARD, Avocat, 226, rue Sainte-Catherine. — Bordeaux.
Dr LANDE, Chef interne de l'hôpital Saint-André, rue Vital-Carles. — Bordeaux.
*Dr LANDOWSKI, 31, rue Chaptal. — Paris.
LANDRON, Pharmacien. — Dunkerque.
LANELONGUE, Professeur à l'Ecole de médecine, 24, rue du Temple. — Bordeaux.
*Dr LANESSAN (DE), 17, rue des Petits-Champs. — Paris.
LANG, Directeur de la Société d'enseignement professionnel, 7, rue des Maronniers. — Lyon.
LANOIRE (Albert), 8, rue Hustin. — Bordeaux.
LANUSSE fils, Négociant, 13, rue du Temple. — Bordeaux.
*Dr LAPEYRE, Professeur à l'Ecole des sciences, rue Guépin. — Nantes.
LAPORTE, Professeur du cours municipal de géométrie et de mécanique, 71, rue Mouneyra. — Bordeaux.
LAPORTE (Maurice), Négociant. — Jarnac (Charente).
Dr LARAUZA, Médecin en chef des Thermes. — Dax (Landes).
*LAREINTY (le baron DE), Conseiller général de la Loire-Inférieure, 4, rue des Cadeniers. — Nantes.
LA ROCHE-TOLAY (H. DE), Ingénieur en chef des Ponts-et-Chaussées. — Bordeaux.
*LAROQUE, Professeur de mathématiques spéciales au Lycée, rue Malherbe. — Nantes.

Dr LAROYENNE, Chirurgien en chef de la Charité, 110, rue de l'Hôtel-de-Ville. — Lyon.
LAROZE (Alfred), Avocat, 17, rue Montméjan. — Bordeaux.
LAROZE (Numa), Négociant, 18, quai des Chartrons. — Bordeaux.
LARRÉ, Avoué, rue Vital-Carles. — Bordeaux.
*LARREY, Négociant industriel, 50, quai de la Fosse. — Nantes.
LARRONDE (E.), Conseiller municipal, 9, rue Vauban. — Bordeaux.
LARTET, Docteur ès-sciences, chargé de cours à la Faculté des Sciences. — Toulouse.
LATASTE, Maire de Libourne. — Libourne.
*LATASTE (Fernand), Avocat, Etudiant en médecine, 8, rue de la Sorbonne. — Paris.
LAUMER (DE SAINT-), ancien Maire. — Chartres (Eure-et-Loir).
*LAURENT, Propriétaire, avenue des Folies-Chaillou. — Nantes.
LAURENT, Directeur de la fabrique de produits chimiques. — Amiens.
LAURENT, Négociant, cours de l'Intendance. — Bordeaux.
LAURENT (DE SAINT-), Avocat, 92, cours d'Aquitaine. — Bordeaux.
*LAURIOL, Adjoint au maire, 2, rue Racine. — Nantes.
Dr LAUSSEDAT (L.), Membre honoraire de l'Académie de médecine de Belgique rédacteur en chef de l'*Art médical*, 34, rue de Ligne. — Bruxelles.
LAUSSEDAT (Henri), Etudiant en médecine, 15, rue Vanneau. — Paris.
*LAVALLEY (Étienne), Propriétaire, 33, rue Rosière. — Nantes.
LAWRENCE-SMITH, Président du Congrès scientifique américain. — Louisville (Kentucky), United-States.
LAWTON (William), Négociant, pavé des Chartrons. — Bordeaux.
*LEBEAUPIN, Pharmacien. 16, rue Voltaire. — Nantes.
LEBEAULT (P.), 53, rue Réaumur. — Paris.
LE BEL (Achille), Préparateur de chimie à la Faculté de Médecine, 12, rue de l'Odéon. — Paris.
*LE BEL (Mlle E.). — Soultz-sous-Forêts (Alsace-Lorraine).
*LE BLANC (Victor), Négociant, rue de Vertou. — Nantes.
Dr LE BLAYE (J.), 9, cours de Gourgues. — Bordeaux.
*LE BOTERF (E. fils), 4, rue Héronnière. — Nantes.
*LE BOUVIER, Entrepreneur, au Pont-Rouge. — Rochefort.
*LE BOUVIER (Mme), au Pont-Rouge. — Rochefort (Charente-Inférieure).
*LEBRETON (Alcine), Propriétaire, 13, boulevard Delorme. — Nantes.
*Dr LECADRE (A.), 13, rue Fontenelle. — Le Havre.
*LE CHATELIER (Henry), Ingénieur des mines, 55, rue de Madame. — Paris.
Dr LE CLERC (Alfred). — Rouillac (Charente).
Dr LE CLERC (J.-B.), 12, rue Ratisbonne. — Lille.
LE CLER (Achille), Ingénieur civil, Maire de Bouin. — (Vendée).
*LE CORNUÉ, Vétérinaire, 11, rue Scribe. — Nantes.
*LE COURT (Ch.), Armateur, 2, rue Bréa. — Nantes.
*LE COURT (Henri), Armateur, 2, rue Bréa. — Nantes.
Dr LECUYER (H.). — Beaurieux (Aisne).
*LECYGNE, Etudiant en médecine, 16, rue Cujas. — Paris.
LECYGNE (Auguste), Propriétaire. — Liesse (Aisne).
LEDOUX (Samuel), Négociant. — Montendre (Charente-Inférieure).
*LEDUC (Mathurin), Filateur, 46, rue Dos-d'Ane. — Nantes.
Dr LEENHARDT (René). — Montpellier.
LEENHARDT (Frantz), Professeur à la Faculté des Sciences. — Montauban (Tarn-et-Garonne).
LEFEBVRE (Léon), Négociant, 9, rue Saint-Gabriel. — Lille.
LEFEBVRE (Jules), Agrégé de l'Université, Professeur au Lycée, 53, rue des Jacobins. — Amiens.
*LEFEBVRE (Jules), Directeur de la Cie de l'Ouest, 10, rue Voltaire. — Nantes.
*Dr LEFEUVRE, Vice-Président de la Société académique, 20, rue du Calvaire. — Nantes.
LEFÈVRE (Léon), Ingénieur des Ponts-et-Chaussées. — Saint-Pol (Pas-de-Calais).
*LEFIÈVRE, Opticien, Horloger, 30, rue de la Fosse. — Nantes.
*LEFORT (Jules), Membre de l'Académie de Médecine, 87, rue Neuve-des-Petits-Champs. — Paris.

*Lefort (Mme Jules), 87, rue Neuve-des-Petits-Champs. — Paris.
*Lefort (Joseph), Avocat à la Cour d'appel, 332, rue Saint-Honoré. — Paris.
Lefort (Pierre), Etudiant en droit, 16, avenue Victoria. — Paris.
*Lefort (Gustave), 87, rue Neuve-des-Petits-Champs. — Paris.
Lefranc (Edmond), 14, quai Louis XVIII. — Bordeaux.
Dr Le Gendre, 103, rue Porte-Dijeaux. — Bordeaux.
Dr Legendre, 25, rue de la Sourdière. — Paris.
*Legendre (A.), au Jardin-des-Plantes. — Nantes.
Leguay (Louis), Architecte expert, 3, rue de la Sainte-Chapelle. — Paris.
*Dr Le Houx, 9, rue Jean-Jacques. — Nantes.
Dr Lelorain, 9, rue Bertin-Poiré. — Paris.
Leloir, Etudiant en médecine, 34, place aux Bluets. — Lille.
*Lemaistre (René), Négociant, quai de l'Hôpital. — Nantes.
*Lemarié (Eugène), Naturaliste. — Saint-Jean-d'Angély.
Lemercier (le comte Anatole), Président du Conseil d'administration du chemin de fer des Charentes. — Saintes (Charente-Inférieure).
*Lemoine (Emile), Ingénieur civil, ancien Elève de l'Ecole polytechnique, 55, rue du Cherche-Midi. — Paris.
Lemoine, Ingénieur des Ponts-et-Chaussées, 19, rue du Sommerard. — Paris.
*Lemut, Ingénieur civil, 6, rue de l'Entrepôt. — Nantes.
*Leneveu (Ernest), Ingénieur civil, 41, chaussée de la Madeleine. — Nantes.
*Lenicque, Ingénieur, 4, place du Sanitat. — Nantes.
Lennier (G.), Directeur du Musée d'Histoire naturelle. — Le Havre.
Lenoir, Négociant, Membre du Conseil municipal, 9, cours d'Alsace-Lorraine. — Bordeaux.
*Lenoir (Léon), Architecte, 11, rue Contrescarpe. — Nantes.
Léon, Professeur à l'Ecole de Médecine navale. — Rochefort.
Léon (Adrien), Député de la Gironde, 5, rue Foy. — Bordeaux.
Léon (Alexandre), Administrateur de la Compagnie du Midi, Armateur, 11, cours du Chapeau-Rouge. — Bordeaux.
Léon (Anselme), Avocat, 22, rue Fondaudège. — Bordeaux.
*Léon (Henri), Négociant, 24, cours du Jardin-Public. — Bordeaux.
Léonard (Baptiste), Élève d'Agriculture. — Grand-Jouan par Nozay (Loire-Inférieure).
Dr Léon-Dufour (A.). — Saint-Sever-sur-Adour (Landes).
*Dr Lepeltier, 10, rue de Feltre. — Nantes.
*Lepine, Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, 34, rue Godot-de-Mauroy. — Paris.
*Lepré, Pharmacien, rue Royale. — Nantes.
*Leroux, Capitaine au 81e de ligne. — Rodez (Aveyron).
*Leroux, Conseiller général de la Loire-Inférieure. — Saint-Julien-de-Vouvantes (Loire-Inférieure).
*Leroux Chatelier, Propriétaire. — Nozay (Loire-Inférieure).
Leroy (L.), Ingénieur civil, entrepreneur de travaux publics, 10, boulevard de Calais. — Argenteuil.
Lescarret, Président de la Société philomathique, rue Montméjan. — Bordeaux.
Lesnier (Frédéric), Conseiller général de la Gironde. — Carbon-Blanc (Gironde).
Lestrange (le vicomte de). — Saint-Julien, par Saint-Genis-de-Saintonge (Charente-Inférieure).
*Dr Letenneur, Professeur à l'École de médecine, 10, rue Ogée. — Nantes.
Dr Letessier. — Lormont-Bordeaux.
Létiévant, Chirurgien en chef de l'Hôtel-Dieu, 16, place Bellecour. — Lyon.
*Letourneux, Président honoraire du Tribunal de Fontenay, 5, rue Jean-Jacques. Nantes.
*Letrange (Edouard), Ancien maire. — Charleville (Ardennes).
*Leudet, Directeur de l'École de médecine, 49, boulevard Cauchoise. — Rouen.
*Leudet (Mme), 49, boulevard Cauchoise. — Rouen.
*Leudet (Olivier), Étudiant, 49, boulevard Cauchoise. — Rouen.
*Leudet (Robert), Étudiant, 49, boulevard Cauchoise. — Rouen.
*Levallois (J.), Inspecteur général des mines en retraite, 91, rue Saint-Dominique. — Paris.

*Levasseur (Paul), 26, rue Monsieur-le-Prince. — Paris.
*Levesque (Jules), Négociant, 2, rue Bertrand-Geslin. — Nantes.
*Levesque (Louis) père, Négociant, 21, boulevard Delorme. — Nantes.
*Levesque (Louis), père, 13, rue Lafayette. — Nantes.
Dr Levieux, Vice-président du Conseil d'hygiène et de salubrité de la Gironde. — Bordeaux.
Leydet, 33, rue Ausonne. — Bordeaux.
*L'Hote, Chimiste, 19, boulevard Magenta. — Paris.
Libaudière, 1, rue Duplessis. — Bordeaux.
Liès-Bodard, Inspecteur de l'Académie de Bordeaux, rue Montaigne. — Bordeaux.
*Liguine (V.), Professeur à l'Université. — Odessa (Russie).
Lilienthal, Membre de la Chambre de Commerce, 13, quai de l'Est. — Lyon.
*Limon, Juge de paix, 3, place de l'Ecluse. — Nantes.
*Limur (Comte de), Membre de la Société géologique de France, hôtel de Limur. — Vannes.
Linder, Ingénieur en chef des mines. — Alais.
*L'Isle (Arthur de), Naturaliste, 6, rue Jean-Jacques. — Nantes.
*Livache, Ingénieur civil, 24, rue de Grenelle-Saint-Germain. — Paris.
*Livet, Chef d'institution, 4, rue Sainte-Marie. — Nantes.
Locard (Arnould), Ingénieur civil, 59, rue de la Reine. — Lyon.
Locard, Membre de la Société d'agriculture, 59, rue de la Reine. — Lyon.
Loevy (Maurice), Astronome à l'Observatoire, 6, rue Cassini. — Paris.
Loir, Professeur à la Faculté des sciences, 54, avenue de Noailles. — Lyon.
*Loiret, Commerçant, 8, rue Clisson. — Nantes.
Lombard (Louis), Ingénieur civil, 4, rue Constantine. — Lyon.
Loncke, Directeur particulier de la Compagnie d'assurances générales, 13, boulevard de la Liberté — Lille.
*Londet, Professeur à l'École d'agriculture de Grand-Jouan. — Grand-Jouan par Nozay (Loire-Inférieure).
Lopès-Dubec (Félix), Armateur, 28, place Dauphine. — Bordeaux.
Lorenti, cadet, Secrétaire général de la Société d'agriculture, 22, cours Morand. — Lyon.
*Lorieux (Edmond), Ingénieur des mines, 3 *bis*, rue Bonne-Louise. — Nantes.
Lorin, Préparateur de chimie industrielle et de physique générale, chef de manipulation de physique à l'Ecole centrale des arts et manufactures, 1, rue des Coutures-Saint-Gervais. — Paris.
Loriol (P. de), Géologue. — Fontenex, près Genève (Suisse).
*Lory (Charles), Doyen de la Faculté des sciences. — Grenoble.
Loste, Notaire, 50, rue Ferrère. — Bordeaux.
*Lottin. — Noyers (Loir-et-Cher).
*Lotz-Brissonneau, Ingénieur civil, 86, quai de la Fosse. — Nantes.
*Lougnon (Cyr), Étudiant, 22, rue des Fossés-Saint-Jacques. — Paris.
*Lougnon (Victor), 22, rue des Fossés-Saint-Jacques. — Paris.
*Saint-Loup, Professeur à la Faculté des sciences. — Besançon.
Loyson, Président honoraire en cour d'appel, 42, rue Vaubecour. — Lyon.
Lucas (Charles), Architecte, 8, boulevard Denain. — Paris.
*Dr Luneau, 27, rue Contrescarpe. — Nantes.
Luneau, Ingénieur des Ponts-et-Chaussées. — Saint-Omer.
Dr Lunier, Inspecteur général des asiles d'aliénés de France, 6, rue de l'Université. — Paris.
Luuyt, Ingénieur en chef des Mines, 55, cours de l'Intendance. — Bordeaux.
Lykiardopoulos, 32, rue des Écoles. — Paris.
Mabit, Professeur à l'École de Médecine. — Bordeaux.
Macé, Professeur à l'École de Médecine. — Rennes.
Machelard, Pharmacien, 142, rue Notre-Dame. — Lille.
Madelaine (Joachim). — Evian-les-Bains (Haute-Savoie).
Madelaine, Inspecteur du service de la voie au chemin de fer des Charentes. — Saintes (Charente-Inférieure).
Magné, Négociant, 12, rue de Sèze. — Bordeaux.
*Mahaut, Négociant, rue de la Poissonnerie. — Nantes.
*Mahaut, Ingénieur, 14, rue des Tanneurs. — Nantes.

MAHIEU (Aug.), Filateur. — Armentières (Nord).
*MAHMOUD-BEY, Directeur de l'Observatoire du Caire, Vice-président de l'Institut Egyptien. — Alexandrie (Égypte).
*Dr MAHOT, Médecin des hôpitaux, 6, rue de Bréa. — Nantes.
MAHUE (Louis). — Anizy-le-Château (Aisne).
MAILHO, Pharmacien, 9, cours des Fossés. — Bordeaux.
MAIRET, Constructeur-mécanicien, 41, rue Centrale. — Lyon.
MALÉZIEUX (E.), Ingénieur en chef, Secrétaire de la commission des *Annales des Ponts-et-Chaussées,* 108, rue du Bac. — Paris.
*Dr MALHERBE père, Professeur à l'École de Médecine, rue Affre. — Nantes.
*Dr MALHERBE fils, Chef des travaux anatomiques à l'École de Médecine, 6, rue Santeuil. — Nantes.
MALINGRE, Ingénieur civil, rue Cervantès. — Madrid.
Dr MALLEZ, 6, rue du Vingt-neuf-Juillet. — Paris.
MALVEZIN (Th.), 5, place Dauphine. — Bordeaux.
*MANCHON, ancien notaire, 1, rue Saint-Jacques. — Nantes.
*MANÈS, Ingénieur civil, 20, rue Judaïque. — Bordeaux.
*MANÈS (Mme), 20, rue Judaïque. — Bordeaux.
*MANGIN (Évariste), Directeur du *Phare de la Loire,* rue Scribe. — Nantes.
*MARCHEGAY (Mme), 27, quai Tilsitt. — Lyon.
*MARCHEGAY (Mlle Anna). — La Rochelle (Charente-Inférieure).
Dr MARDUEL, 23, rue de Bourbon. — Lyon.
MARÉCHAL, 25, rue du Manége. — Bordeaux.
MARÈS (Mme veuve), rue Salle-l'Évêque. — Montpellier.
*Dr MAREY, Professeur au Collége de France, 13, rue Duguay-Trouin. — Paris.
MARIAGE (J.), Fabricant de sucre. — Thiant, par Denain (Nord).
*MARIE, Avocat, 1, rue du Calvaire. — Nantes.
*Dr MARIÉ, 1, rue de l'Écluse. — Nantes.
MARIÉ-DAVY, Astronome, Directeur de l'Observatoire de Montsouris.
MARION, Professeur de philosophie, 2, rue Villedieu. — Bordeaux.
*MARIONNEAU (Charles), Président de la Société archéologique, 14, boulevard Delorme. — Nantes.
MARIX (A.), Négociant, 96, rue de l'Hôtel-de-Ville. — Lyon.
Dr MARMISSE, 49, rue Saint-Sernin. — Bordeaux.
MARMORAT, Négociant, 21, rue Centrale. — Lyon.
Dr MARMOTTAN, Membre du Conseil municipal, 31, rue Desbordes-Valmore. — Paris.
MARNAS (J.-A.), 11, quai des Brotteaux. — Lyon.
MARTIN (Edmond), 14, rue des Jeûneurs. — Paris.
MARTIN (Albert), 7, rue du Puits-Gaillot. — Lyon.
*MARTIN (André), Étudiant en médecine, 5, rue Perdonnet. — Paris.
MARTIN (DE SAINT). — Artigues, par la Bastide (Gironde).
MARTIN-BARBET, Pharmacien, 21, cours de Tourny. — Bordeaux.
*MARTINEAU, Avoué, 4, rue de Feltre. — Nantes.
*MARTINET (Ludovic). — Château de la Roche, commune de Graçay (Cher).
*MARTINS (Charles), Professeur à la Faculté de Médecine. — Montpellier.
*MARX (Armand), Négociant, 18, rue du Calvaire. — Nantes.
*MARX (Raoul), Négociant, 18, rue du Calvaire. — Nantes.
*MASCART, Professeur au Collége de France, 7, rue Malebranche. — Paris.
MASFRAND, Pharmacien, rue de l'Hôtel-de-Ville. — Aurillac (Cantal).
MASQUELEZ, Ingénieur en chef des Ponts-et-Chaussées, Directeur des travaux municipaux, 128, rue Nationale. — Lille.
MASQUELIER (Aug.), Négociant, 5, rue de Courtray. — Lille.
*MASSE (E.), Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Montpellier, Chef des travaux anatomiques, 6, rue Saint-Firmin. — Montpellier.
MASSENA (duc de Rivoli), 8, rue Jean-Goujon. — Paris.
MASSÉNAT (Élie). — Brives (Corrèze).
*MASSERON, Directeur des Douanes, 38, quai de la Fosse. — Nantes.
MASSON, Pharmacien, 5, place de la Victoire. — Lyon.
Dr MASUREL, 18, rue de la Barre. — Lille.
MASUREL jeune, mécanicien, 29, rue Inkermann. — Lille.
MATHELIN, Ingénieur, 46, rue Alexandre-Leleux. — Lille.

MATHIAS, Ingénieur de la traction au chemin de fer du Nord, 28, rue des Fossés. — Lille.
MATROT, Ingénieur des mines. — Lille.
*MAUBLANC, Avocat, Conseiller municipal, 32, rue Contrescarpe. — Nantes.
*MAUBLANC (Amédée DE), rue Saint-Denis. — Nantes.
*MAUFRAS (E.), Grand'Rue. — La Réole (Gironde).
MAUMEY (Paul). — Château-Bonnet, à Grézillac (Gironde).
MAYER, Négociant, 20, rue Saint-Georges. — Paris.
MÉHU, Pharmacien de première classe. — Villefranche (Rhône).
MEIGNÉ, Ingénieur des arts et manufactures, Directeur propriétaire de l'usine à gaz. — Saintes (Charente-Inférieure).
MEISSAS, 81, boulevard Saint-Germain. — Paris.
MELLER père, Négociant, 43, pavé des Chartrons. — Bordeaux.
MELLERIO, Elève de l'Ecole des hautes-études, rue Neuve-des-Capucines. — Paris.
*MELLINET, Propriétaire, 88, quai de la Fosse. — Nantes.
*MÉNAGER (Edouard), Pharmacien, 26, chaussée de la Madeleine. — Nantes.
*MÉNARD (E.), propriétaire, 9, rue Gresset. — Nantes.
MENCHE DE LOISNE, Ingénieur en chef des Ponts-et-Chaussées. — Laon.
*MÉNIER, Pharmacien, Professeur suppléant à l'Ecole de médecine, 1, place Graslin. — Nantes.
MERCADIER, Répétiteur à l'Ecole polytechnique, 27, rue Caumartin. — Paris.
*MERCIER, Pharmacien, 14, rue Crébillon. — Nantes.
*Dr MERCIER (Anatole). — Fontenay-le-Comte (Vendée).
*MERGET, Professeur à la Faculté des sciences, 5, rue de l'Hôtel-de-Ville. — Lyon
*Dr MERLAND, 3, rue Copernic. — Nantes.
*MERLAND fils, Juge suppléant, 3, rue Copernic. — Nantes.
*MERLAND (Emile), 13, boulevard Delorme. — Nantes.
*MERSON (E.), directeur de l'*Union bretonne*, 8, rue du Calvaire. — Nantes.
*MESCHINET DE RICHEMOND (Louis-Marie), Archiviste de la Charente-Inférieure. officier d'Académie, secrétaire de l'Académie de La Rochelle, 7, rue de la Cloche. — La Rochelle.
Dr MESNARD (P. DES), 29, rue Amelot. — La Rochelle.
*MESNARD, Professeur au lycée, 9, rue de Rennes. — Nantes.
MESSIMY, Notaire, 13, rue de Lyon. — Lyon.
MESTREZAT, Négociant, Consul suisse, rue du Parlement. — Bordeaux.
Dr MÉTADIER, allée d'Orléans. — Bordeaux.
METZGER, Ingénieur des Ponts-et-Chaussées. — Saint-Flour.
*MEUNIER (Mme Hipp.), 13, avenue de Paris. — Versailles.
Dr MEUNIER (Valery). — Pau.
MEURE, Pharmacien, 147, rue Notre-Dame. — Bordeaux.
MEUREIN, Pharmacien, 30, rue de Gand. — Lille.
MICÉ (Mme), rue de la Trésorerie. — Bordeaux.
*MICHAUD fils, Notaire. — Saintes (Charente-Inférieure).
MICHEL (Charles), Avoué, 23, cours de l'Intendance. — Bordeaux.
MICHEL (Joseph), Interne des hôpitaux de Paris, 25, rue de Vaugirard. — Paris.
MIN BARABRAHAM, Banquier, 12, place Puy-Paulin. — Bordeaux.
MINEUR (Calixte), Maître de forges. — Vireux (Ardennes).
Dr MINGAUD, du Gard. Pharmacien de première classe, ex-médecin aide-major de première classe, lauréat de plusieurs sociétés savantes, nationales et étrangères. — Saint-Jean-du-Gard (Gard).
MOITESSIER, Professeur à la Faculté de médecine. — Montpellier.
DE MOLLINS, Architecte. — Croix (Nord).
DE MONCHY, Propriétaire, 52, rue des Remparts. — Bordeaux.
MONDIET, Professeur au lycée. — Mont-de-Marsan.
MONGEAUD, Chef du bureau de la voie au chemin de fer des Charentes. — Saintes (Charente-Inférieure).
Dr MONNEREAU. — Saintes (Charente-Inférieure).
*MONOD (Léon), Elève à l'Ecole d'agriculture de Grignon. — Grignon (Seine-et-Oise).
MONTAUT, Avocat. — Marmande (Lot-et-Garonne).

*Montcourt, Professeur de mathématiques au lycée, 1, rue Pré-Nian. — Nantes.
*Dr Montfort, Professeur suppléant à l'Ecole de médecine, 19, rue Voltaire. — Nantes.
*Montfort, Architecte, 5, rue de Bréa. — Nantes.
Dr Moreau (E.), 7 rue du 29 juillet. — Paris.
*Dr Moreau (Armand), Membre de l'Académie de médecine, 55, rue de Vaugirard. — Paris.
*Moreau (Benjamin), Conseiller municipal, 52, rue de Rennes. — Nantes.
*Moride, Chimiste, 8, rue Racine. — Nantes.
Morisset (Hippolyte), 3, place Wagram. — Paris.
Moritz, Directeur de l'Observatoire. — Tifflis (Russie).
Dr Morlot, Docteur en médecine, 24, rue Saint-Philibert. — Dijon.
Dr Moser, 14, rue des Petits-Hôtels. — Paris.
*Mosneron-Dupin, Président de la Société industrielle, 14, rue Voltaire. — Nantes.
Motelay (Léonce), Rentier, cours de Gourges. — Bordeaux.
Moulan, Négociant, 75, rue du Molinel. — Lille.
*Moulin, Ingénieur, 60, rue Richebourg. — Nantes.
Mouquet-Leroux (Ed.), Propriétaire, 19, rue de Valmy. — Lille.
*Dr Moussous, 38, rue d'Aviau — Bordeaux.
*Moussous fils, 38, rue d'Aviau. — Bordeaux.
Mulsant, Président de la Société linnéenne, correspondant de l'Institut, 25, quai Saint-Vincent. — Lyon.
Muntz, Préparateur au Conservatoire des arts et métiers, 8, rue Pernelle. — Paris.
de Nadaillac (le marquis), Préfet des Basses-Pyrénées. — Pau.
Dr Négrié, Médecin des hôpitaux, cours Portal. — Bordeaux.
*Dr Nepveu, 24, rue d'Enghien. — Paris.
Dr Neucourt. — Verdun (Meuse).
Dr Nicas. — Fontainebleau (Seine-et-Marne).
Nicodème, Ingénieur civil de la maison Lloyd et Lloyd, 38, Grande-Chaussée. — Lille.
*Nidelet (Urbain), Notaire, 14, rue Crébillon. — Nantes.
*Nivet, Ingénieur civil. — Echoisy (Charente).
*Nivet (Mme). — Echoisy par Luxé (Charente).
*Nivoit (Edmond), Ingénieur des mines. — Mézières (Ardennes).
Noack, Ingénieur, 4, rue Constantine. — Lyon.
Nogués (A.-L.), Ingénieur civil des mines, Président de la Société géologique, professeur de sciences physiques et naturelles, 3, rue de Jussieu. — Lyon.
Nottelle, Secrétaire du syndicat général des chambres syndicales, membre de la Société d'économie politique, 49, rue Réaumur. — Paris.
Nougaret, Contrôleur du service de la voie au chemin de fer des Charentes. — Saintes (Charente-Inférieure).
Nouvel, Pharmacien de 1re classe. — Rodez (Aveyron).
Nugues (A.), Raffineries de potasse et de soude. — Saint-Saulve, près Valenciennes (Nord).
Oberkampff (E.), Ministre du Saint-Évangile, 69, avenue de Saxe. — Lyon.
Oberlin, Gérant de la librairie Georg, 65, rue de Lyon. — Lyon.
Ollier de Marichard, Archéologue. — Vallon (Ardèche).
Ollive, 3, rue Bleue. — Paris.
Onésime (le frère), 24, montée Saint Barthélemy. — Lyon.
*Ordrenneau (Louis), 48, rue Saint-Clément. — Nantes.
Dr Oré, Professeur à l'École de médecine, rue du Palais-de-Justice. — Bordeaux.
*Orieux (E.), Agent-voyer en chef, 24, rue Harrouys. — Nantes.
Ortlieb, Chimiste. — Croix, près Roubaix (Nord).
*Ozil (Achille), Secrétaire du *Journal de l'Académie nationale agricole et de statistique*, 41, rue de Châteaudun. — Paris.
*Palvadeau, Avocat, 4, rue Santeuil. — Nantes.
*Pabst (Albert), 1, boulevard Saint-Michel. — Paris.
*Pabst, Changeur, 3, place Royale. — Nantes.
Palharey (Alfred), Ingénieur civil. — Saintes (Charente-Inférieure).

*PAPILLAUD (Mme). — Saujon (Charente-Inférieure).
*PAPIN DE LA CLERGERIE, Médecin des hôpitaux, 4, rue Santeuil. — Nantes.
PAQUET, Professeur à l'École de médecine, 28, rue Notre-Dame. — Lille.
*PARENTEAU, Conservateur du Musée archéologique, 9, rue Bertrand-Geslin. — Nantes.
PARIZET, 29, rue Royale. — Lyon.
*PARMENTIER (le général), Directeur supérieur du génie. — Tours.
*PARMENTIER (Émile), Professeur, 22, rue du Calvaire. — Nantes.
*PARQUET (Mme), 22, rue de Douai. — Paris.
PARROT, Professeur agrégé à la Faculté de médecine, 5, rue de Savoie. — Paris.
PASCAULT, Avoué, 25, rue du Temple. — Bordeaux.
PASSY (Frédéric), 8, rue Labordère. — Neuilly-sur-Seine.
*PATOUREAU, Chirurgien en chef des hôpitaux, 1, rue Haudaudine. — Nantes.
PAUL (Constantin), Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, 48, rue de Luxembourg. — Paris.
PEAUCELLIER, Lieutenant-colonel du génie. — Toul.
PÉCHINEY (A.), Ingénieur-chimiste. — Salindres (Gard).
*PEINSON (Émile), 6, rue de l'Hôtel-de-Ville. — Nantes.
PELIGOT, Membre de l'Institut, à l'hôtel des Monnaies. — Paris.
*Dr PELLARIN (Charles), 71, route d'Orléans. — Paris-Montrouge.
*PELLERIN, Agrégé des Lycées, 9, quai Richebourg. — Nantes.
PELLORCE (DE), Président de l'Académie de Mâcon. — Mâcon.
PENOT (Achille), Directeur de l'École de Commerce, 34, rue de la Charité. — Lyon.
*Dr PEREZ (Victor). — Laguna-Ténérife. Ténérife (Iles Canaries).
*PÉRIO, Maire de Paimbœuf. - Paimbœuf (Loire-Inférieure).
PEROT, Banquier, 51, rue Nationale. — Lille.
PERRÉGAUX (Louis), Manufacturier. — Jallien (Isère).
PERRET, Député du Rhône. — Collonge (Rhône), et hôtel du Louvre. — Paris.
*PERRET (Emile), Pharmacien. — Moret-sur-Loing.
PERRET (Auguste), Négociant, 49, quai Saint-Vincent. — Lyon.
PERRIER, Chef d'escadron d'état-major, Membre du bureau des longitudes, 106, rue du Bac. — Paris.
Dr PERRIN, Professeur au Val-de-Grâce, 51, rue Saint-Placide. — Paris.
*PERROT (Ernest), 7, rue du Lycée. — Laval (Mayenne).
*PERTHUY-LAURANT, Propriétaire, avenue des Folies-Chaillou. — Nantes.
*PESIER (Edmond), Chimiste. — Valenciennes.
*PESLOUAN (Lucas DE), Avocat, Conseiller général, 8, rue Jean-Jacques. — Nantes.
Dr PERY, Médecin des hôpitaux, 67, rue d'Aquitaine. — Bordeaux.
PETIT, Pharmacien, 8, rue Favart. — Paris.
PETIT, Ingénieur des ponts-et-chaussées, 33, rue de Jarente. — Lyon (Rhône).
PETIT, Professeur à l'Ecole de médecine, rue Royale. — Lille.
*PETIT, Médecin en chef de l'hospice général, 6, chemin Bonne-Garde. — Nantes.
Dr PETIT (Henri), 21, rue Monge. — Paris.
*PETIT (Louis), Trésorier de la Société archéologique, 7, rue de Gorges. — Nantes.
Dr PEYRAUD. — Libourne (Gironde).
PEZAT (Albert), Négociant, 171, rue Sainte-Catherine. — Bordeaux.
PIARRON DE MONTDÉSIR, Ingénieur en chef des ponts-et-chaussées, 76, rue du Cherche-Midi. — Paris.
*Dr PIBERET, 34, faubourg Montmartre. — Paris.
PICHOU (Alfred), Géomètre des chemins de fer du Midi, 137, rue de la Croix. — Narbonne.
PIERRET, Agent comptable, imprimerie Durin. — Charleville.
PIETTE (Ed.), Juge de paix. — Craonne (Aisne).
*Dr PIHAN-DUFEILLAY, Directeur de l'Ecole de médecine, 35, rue des Arts. — Nantes.
PILLET, 18, rue Saint-Sulpice. — Paris.
Dr PILLOT (E.), 14, rue de Douai. — Paris.
*PINARD (Alphonse), Membre des Sociétés de géographie et d'anthropologie de Paris, aux usines de Marquises (Pas-de-Calais).
Dr PINET, 60, rue Saint-Joseph. — Lyon.
*PINGRIÉ (Frédéric), Négociant, 65, quai de la Fosse. — Nantes.

*Picquet (H.), Capitaine du génie, Répétiteur à l'Ecole polytechnique, 38, rue Gay-Lussac. — Paris.
*Piketty (Charles), Elève à l'Ecole centrale des arts et manufactures, 30, boulevard de la Contrescarpe. — Paris.
*Pinson, Géomètre, 92, rue de Rennes. — Nantes.
Pitrat aîné, Imprimeur, 4, rue Gentil. — Lyon.
Plainemaison, Ingénieur, Chef du service du matériel et de la traction au chemin de fer des Charentes. — Saintes (Charente-Inférieure).
Planchon, Correspondant de l'Institut. — Montpellier.
Planteau, Interne des hôpitaux de Paris, à l'Hôtel-Dieu. — Paris.
Planté, Ingénieur du service télégraphique au chemin de fer des Charentes. — Saintes (Charente-Inférieure).
Planté fils, Contrôleur de l'exploitation au chemin de fer des Charentes. — Saintes (Charente-Inférieure).
Platet, Etudiant, 1, rue de Penthièvre. — Lyon.
*Dr Plihon, 30, rue Contrescarpe. — Nantes.
Dr Plumeau, 25, rue Baubadat. — Bordeaux.
*Dr Poggioli, Médecin du théâtre Italien, 54, rue du Faubourg-Saint-Honoré. — Paris.
Poincarré, Professeur adjoint à la Faculté de Médecine, 9, rue de Serre. — Nancy.
*Poirier (P.), Ingénieur civil des mines, 9, rue Racine. — Nantes.
*Poisson (Jules), Aide-naturaliste au Muséum, 69, rue de Buffon. — Paris.
Poitiers, Avocat. — Saintes (Charente-Inférieure).
Pollet, Vétérinaire, 20, rue Jeanne-Maillotte. — Lille.
*Polo (Henri), Négociant, 4, place Sainte-Croix. — Nantes.
*Polo (François), Négociant, 4, place Sainte-Croix. — Nantes.
*Polo (Léon), 27, rue de Bel-Air. — Nantes.
Polony, Ingénieur des ponts-et-chaussées. — Rochefort.
Poncin, Chef d'institution, 7, quai des Brotteaux. — Lyon.
Dr Pons. — Nérac (Lot-et-Garonne).
*Dr Porson (Louis), 105, rue Saint-Clément. — Nantes.
Pouchain (V.), Maire d'Armentières, rue du Faubourg-de-Lille. — Armentières.
Dr Pouchet, 1, rue Hautefeuille. — Paris.
Pouget, 37, rue Poyenne. — Bordeaux.
*Poulain, Propriétaire, 50, rue de Rennes. — Nantes.
Dr Pourtier (Michel). — Québec (Canada).
Dr Pozzi, Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, 131, boulevard Saint-Germain. — Paris.
Dr Pravaz, Licencié ès-sciences, 46, quai des Étroits. — Lyon.
*Préaubert (Louis), Décorateur, 8, rue Jean-Jacques. — Nantes.
Preller, Négociant, 18, allée de Chartres. — Bordeaux.
Prévost (Charles), 26, rue de Thionville. — Lille.
*Prost (Achille), Négociant, 14, rue Grenette. — Lyon.
Prudon (le général), 77, boulevard Haussmann. — Paris.
*Dr Prunières. — Marvejols (Lozère).
*Prunières (Mme). — Marvejols (Lozère).
*Puget, Agent de change, 4, rue Bertrand-Geslin. — Nantes.
Pujos, 19, allée de Chartres. — Bordeaux.
Dr Pupier, rue Strauss. — Vichy.
Putz (H.), Lieutenant-colonel d'artillerie, commandant le parc des équipages militaires. — Vernon (Eure).
Puyferrat (de), 64, rue Saint-Rémy. — Bordeaux.
Quatrefages (Mme de), 36, rue Geoffroy-Saint-Hilaire. — Paris.
Quatrefages (Léonce de), 36, rue Geoffroy-Saint-Hilaire. — Paris.
Queyrens, Mécanicien, à la Monnaie. — Bordeaux.
*Quinquandon, Propriétaire, 5, rue des Pénitentes. — Nantes.
*Quivogne, Vétérinaire, 47, rue de Bourbon. — Lyon.
*Rabut (Charles), élève Ingénieur des ponts-et-chaussées, 58, rue Monsieur-le-Prince. — Paris.
*Dr Rafaillac. — Margaux (Gironde).
Raillard, Ingénieur en chef des ponts-et-chaussées. — Lille.
Dr Raillard. — Dax (Landes).

*Dr RAINGEARD, Professeur suppléant à l'École de médecine, 8, rue Jean-Jacques. — Nantes.
*RAMEY (Eugène), 16, rue Bertin-Poirée. — Paris.
RAMIÉ (Jules), 101, rue de l'Hôtel-de-Ville (Maison café Morel). — Lyon.
RAMON, Chef du dépôt au chemin de fer des Charentes. — Saintes (Charente-Inférieure).
Dr RANSE (DE), 4, place Saint-Michel. — Paris.
Dr RANVIER, 105, boulevard Saint-Michel. — Paris.
RAVEAUD, Conseiller à la Cour, 116, rue de l'Église-Saint-Seurin. — Bordeaux.
RAYNAL, Négociant, 12, place des Quinconces. — Bordeaux.
*Dr REBATEL (Fleury), 29, rue Gasparin. — Lyon.
REBOUX, Archéologue, 3, rue Montenotte. — Paris (Ternes).
REECH, ancien Directeur des constructions navales, 10, rue du Pont-Carré. — Lorient.
REGNAULD, Ingénieur des ponts-et-chaussées, rue de Pessac. — Bordeaux.
REHM (L.). — Pagny-sur-Moselle.
REIMONENQ (Charles), ex-chef de section de la voie au chemin de fer du Midi, 42, rue Ferrère. — Bordeaux.
*REINWALD, Libraire, 15, rue des Saints-Pères. — Paris.
*Dr RELIQUET, 7, rue Le Pelletier. — Paris.
*REMERAND, Pharmacien. — Fontenay-le-Comte (Vendée).
*REMERAND (Mme). — Fontenay-le-Comte (Vendée).
RENARD et VILLET, Teinturiers, 53, quai de Pierre-Scize. — Lyon.
*RENAUD (Georges), Professeur d'économie politique, lauréat de l'Institut, secrétaire adjoint de la Société de statistique de Paris, 37, rue Scheffer. — Passy-Paris.
*RENAUD, Pharmacien. — Saint-Nazaire (Loire-Inférieure).
*RENAUD (Paul), Constructeur-mécanicien, prairie de Mauves. — Nantes.
RENNES, Chef du mouvement du trafic du chemin de fer des Charentes. — Saintes (Charente-Inférieure).
*RENOUARD fils (Alfred), Filateur, 3, rue à Fiens. — Lille.
RENOUARD-BÉGHIN, Filateur et Fabricant de toiles, 3, rue à Fiens. — Lille.
*RENVERSÉ, Sous-Intendant militaire en retraite, 49, rue Naujac. — Bordeaux.
RÉROLLE (Louis), 44, quai de la Guillotière. — Lyon.
RESAL, Membre de l'Institut, Ingénieur des Mines, Professeur à l'Ecole polytechnique, 16, rue de Condé. — Paris.
REVOL, Ingénieur des ponts-et-chaussées, 43, rue Bonaparte. — Paris.
RHONÉ (Raoul), 25, quai Voltaire. — Paris.
Dr RIBAN, Chef des travaux chimiques des hautes études au Collége de France, au Collége de France. — Paris.
RICHARD (Adolphe), Attaché aux collections de l'Ecole des mines, 9, boulevard Saint-Germain. — Paris.
RICHARD, Chimiste, 17, rue de l'Hôtel-de-Ville. — Rouen.
RICHARD (Félix), 12, passage Saint-Louis. — Paris.
Dr RICHE. — Jeumont (Nord).
RIEFFEL, Directeur de l'Ecole nationale d'agriculture de Grand-Jouan. — Grand-Jouan, par Nozay (Loire-Inférieure).
Dr RIÉGÉ, 30, rue Hauteville. — Paris.
RIEUMAL, Négociant, 6, rue de Mulhouse. — Paris.
RIEUNÈGRE (Théodore FABRE DE), 18, rue Blanc-Dutrouil. — Bordeaux.
RIGAUD (Charles). — Pons (Charente-Inférieure).
RIGAUD (Ad.), Négociant, Conseiller municipal, 49, quai de Béthune. — Lille.
RIGAUT (E.), Filateur, 102, rue Saint-Sauveur. — Lille.
RIGAUX (Henri), Propriétaire, rue de l'Hôtel-Militaire. — Lille.
RIGOUT, Chimiste à l'Ecole des mines, 60, boulevard Saint-Michel. — Paris.
ROBERT, Ingénieur des ateliers au Chemin de fer des Charentes. — Saintes (Charente Inférieure).
*ROBERT, Négociant. — Saint-Nazaire (Loire-Inférieure).
*ROBERT (DE), Directeur de l'Etablissement d'Indret (Loire-Inférieure).
ROBIN (Michel), 12, quai des Célestins. — Lyon.
ROBINEAUD, Pharmacien, 62, rue Notre-Dame. — Bordeaux.
*ROBINOT-BERTRAND, Avocat, 18, rue Franklin. — Nantes.
*ROCH, Avocat, Conseiller général, 2, rue Belle-Image. — Nantes.

*ROCHARD (Francis), 110, rue Richelieu. — Paris.
*ROCHEMACÉ (DE LA), Propriétaire, château de la Rochemacé, par Oudon (Loire-Inférieure).
*ROCHETTE (DE LA), Directeur de l'*Espérance du Peuple*, 32, rue de la Fosse. — Nantes.
ROLLAND, Directeur de la Société générale pour favoriser le développement du commerce et de l'industrie en France, 7, place de l'Helvétie. — Lyon.
Dr ROLLET, 3, rue Michel-Montaigne. — Bordeaux.
Dr ROLLET, 41, rue Saint-Pierre. — Lyon.
ROLLEZ (G.), 24, boulevard de la Liberté. — Lille.
ROMAIN (Bernard), Agent-voyer en chef, 17, rue Masséna. — Lille.
ROMAN (E.), Ingénieur des Ponts-et-Chaussées, rue Maine-Biran. — Bergerac.
RONDEAU (Philippe), Conseiller à la Cour d'appel. — Poitiers.
RONNA (A.), Ingénieur, Secrétaire du comité de l'Association autrichienne, I. R. P. des Chemins de fer de l'Est, 25, boulevard Haussmann. — Paris.
ROQUES (Adrien), Ingénieur civil au chemin de fer du Midi. — Bordeaux.
ROCQUEVAIRE (Mme la baronne DE), Square du Chemin de fer. — Montpellier.
*ROSET, Pharmacien, place Gigant. — Nantes.
ROSS (Alexander-Milton), M. D ; M. A., Membre des Associations anglaises et américaines pour l'avancement des sciences, de la Société impériale des naturalistes de Moscou et de la Société entomologique de France — Toronto (Canada).
ROUDIER, Conseiller général de la Gironde, Membre de l'Assemblée nationale. — Pessac de Gensac (Gironde).
*ROUFFET (Pierre), Pasteur, rue Mescloaguen. — Quimper (Finistère).
ROUGET (Ch.), Professeur à la Faculté de Médecine, 12, rue du Carré-du-Roi. — Montpellier.
Dr ROUGIER. — Arcachon.
ROUIT, Ingénieur en chef de la Compagnie du Médoc. — Bordeaux.
ROUMAZEILLES, Vétérinaire. — Bernos, près Bazas (Gironde).
ROUMIEU, Négociant, cours de l'Intendance. — Bordeaux.
*ROUSSE, Conseiller général de la Loire-Inférieure. — Châteaubriant (Loire-Inférieure).
ROUSSELET (L.), Archéologue, 2, rue Carnot. — Paris.
ROUSSELIER, Ingénieur civil, 2, rue Grignan. — Marseille.
*ROUSSILLE (Albert), Professeur à l'Ecole d'agriculture de Grand-Jouan. — Nozay. (Loire-Inférieure).
*ROUSSILLE (Mme). — Nozay (Loire-Inférieure).
*ROUSSIN, Chef commissaire de la marine, 6, rue Voltaire. — Nantes.
*Dr ROUSTAN, 7, rue Bivouac. — Cannes.
ROUX, Imprimeur, 21, rue Centrale. — Lyon.
ROUX (Henri), Propriétaire, 11, place Bellecour. — Lyon.
ROUX (Ch.), Négociant, 2 *bis*, boulevard du Temple. — Paris.
ROUX (Ph.), 138, rue Amelot. — Paris.
*Dr ROUXEAU, Médecin adjoint des prisons, Suppléant des hôpitaux, 1, rue Paré. — Nantes.
ROYER, 12, boulevard Bonne-Nouvelle. — Paris.
ROZET (A.), 42, rue de Luxembourg. — Paris.
*RUSSEIL (Francis), Industriel, 3, rue Rollin. — Nantes.
Dr SABATIER, rue de la Coquille. — Béziers (Hérault).
*SABOURAUD (Fernand). — Salidieu, par Mareuil-en-Lay (Vendée).
*SABOURAUD, Propriétaire, 10, rue du Calvaire. — Nantes.
SAGNIER (Henri), Secrétaire de la rédaction du *Journal d'Agriculture*, 152, rue de Rennes. — Paris.
SAINTE-CLAIRE-DEVILLE (Charles), Membre de l'Institut, 8, rue du Vieux-Colombier. — Paris.
SAINTE-CLAIRE-DEVILLE (Henri), Membre de l'Institut, 7, rue Taranne. — Paris.
SAINTE-COLOMBE (Fernand DE), Propriétaire, château des Touches, commune de Villars. près Pons (Charente Inférieure).
SAINT-JOSEPH (le baron DE). 23, rue François Ier. — Paris.
SAINT-VIDAL (DE), Directeur particulier à Bordeaux de la Compagnie d'assurances générales, cours de Tourny. — Bordeaux.
SALET (Mme), 84, boulevard Saint-Germain. — Paris.

SALLE (Adolphe), Négociant, 61, pavé des Chartrons. — Bordeaux.
*SALLIER-DUPIN (DE), Administrateur des hôpitaux, à l'Hôtel-Dieu. — Nantes.
*SALMON (Ph.), 34, rue Sedaine. — Paris.
SALVE (DE), Recteur de l'Académie. — Alger.
SAMAZEUILH (Fernand), Avocat, 60, cours de l'Intendance. — Bordeaux.
SAMY, Préparateur à la Faculté des Sciences, 8, rue Michel. — Bordeaux.
SANSAS, Député de la Gironde, rue du Hâ. — Bordeaux.
SAPORTA (le comte DE). — Aix (Bouches-du-Rhône).
SARCEY (Francisque), 59, rue de Douai — Paris.
*SARRADIN, Adjoint au maire, 22, boulevard Delorme. — Nantes.
*SARRADIN (Georges), Fabricant de parfumerie, 7, rue de la Fosse. — Nantes.
Dr SARROUILLE. — Marmande (Lot-et-Garonne).
Dr SAUVAGE (Emile), 2, rue Monge Paris.
*SAVÉ, Pharmacien. — Ancenis (Loire-Inférieure).
SCHACHER (Georges), Négociant, 15, allées de Chartres. — Bordeaux.
*SCHMITT, Pharmacien, place de la Bourse. — Nantes.
SCHMOL (Charles), 132, rue de Turenne. — Paris.
SCHNEIDER-BOUCHEZ, Négociant, rue des Ponts-de-Commines. — Lille.
SCHOENGRUN, Membre de la Chambre de commerce, place Dauphine. — Bordeaux.
SCHRADER (François), 20, rue Borie. — Bordeaux.
SCHULTZ (E. et Cie), Fabricants, 8, rue du Griffon. — Lyon.
*SCHUTZENBERGER, Directeur du laboratoire de la Sorbonne, 75, rue Notre-Dame-des-Champs. — Paris.
*SCHUTZENBERGER fils, 75, rue Notre-Dame-des-Champs. — Paris.
SCHWAEBLÉ, ancien Elève de l'Ecole polytechnique, Directeur de l'Ecole supérieure du commerce, 102, rue Amelot. — Paris.
SCRIVE (Désiré), Négociant, 1, rue des Lombards. — Lille.
SCRIVE-LOYER, Manufacturier, 292, rue Notre-Dame. — Lille.
SECRESTAT, Négociant, Membre du Conseil municipal. — Bordeaux.
SÉE (Marc), Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris, 7, rue de l'Ecole-de-Médecine. — Paris.
SÉE (Edmond), Ingénieur, 121, boulevard de la Liberté. — Lille.
SEGRESTAA (Maurice), 27 *bis*, cours du Jardin-Public. — Bordeaux.
SÉGUIN (Paul), Ingénieur, 4, rue des Deux-Maisons. — Lyon.
SÉGUIN (L.), Directeur de la Compagnie du gaz du Mans, Vendôme et Vannes, à l'usine à gaz. — Le Mans.
*SEIDLER (Charles), Négociant, 12, rue Scobrée. — Nantes.
SEIGNOURET (P.-E.), 24, pavé des Chartrons. — Bordeaux.
*SERPETTE, Négociant, Industriel, 13, rue de l'Entrepôt. — Nantes.
SERVANTIE, Etudiant en médecine, rue de Cheverus. — Bordeaux.
SÉVENNE, Membre de la Chambre de commerce, 1, rue de Lyon. — Lyon.
SÉVÉRAC (Paul), Maître de forges, 1, boulevard Macdonald (la Villette). — Paris.
*SIBILLE, Avoué, Adjoint au maire, rue Franklin. — Nantes.
*SIBILLE (Maurice), Avocat, 2, rue Franklin. — Nantes.
SICARD, Chef de section au chemin de fer des Charentes. — Rochefort.
SIÉGLER (Ernest), Ingénieur des Ponts-et-Chaussées. — Bar-le-Duc.
*SIFFAIT, Propriétaire, place Saint-Pierre. — Nantes.
*SILVA (R.-D.), Chef des travaux de chimie analytique à l'Ecole centrale, 33, rue Monsieur-le-Prince. — Paris.
SIMON, Directeur de l'exploitation au chemin de fer du Midi, rue du Réservoir. — Bordeaux.
*SIMON (Pierre), Propriétaire, 12, quai Turenne. — Nantes.
*SIMON (Emile), ancien Avocat, 1, rue Paré. — Nantes.
*SIMON (J.), Ingénieur, Membre de la Société géologique de France. — Redon (Ille-et-Vilaine).
*SIMON (Fidèle), Député de la Loire-Inférieure. — Plessis-Bardoul-Messac. — (Ille-et-Vilaine).
*SIMON (Fidèle), Membre du Conseil général de la Loire-Inférieure. — Guémené-Penfao (Loire-Inférieure).
*SIMONOT (Henri). Négociant, 74, rue Bastille. — Nantes.
*Dr SINÉTY (DE), 10, rue de la Chaise. — Paris.
SIRET (Eugène), Rédacteur du *Courrier de la Rochelle,* place de la Mairie. — La Rochelle.

*Sirodot (Simon), Doyen de la Faculté des Sciences de Rennes. — Rennes.
*Société des Sciences naturelles de la Charente-Inférieure. — La Rochelle.
Société Pharmaceutique de l'Indre. — Châteauroux.
Société d'Agriculture de l'Indre, place du Marché aux blés. — Châteauroux.
Société d'Histoire naturelle de Toulouse, rue de la Pomme. — Toulouse.
Société de Géographie. — Lyon.
Société de Médecine de Saint-Etienne et de la Loire. — Saint-Etienne (Loire).
*Société d'Emulation des Côtes-du-Nord. — Saint-Brieuc.
Société de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux.
*Société de Médecine et de Chirurgie. — La Rochelle.
*Société de Médecine de Saintes, représentée par M. le docteur Papillaud. — Saujon (Charente-Inférieure).
Société des Sciences physiques et naturelles, rue Montbazon. — Bordeaux.
Société Polytechnique de Nemours. — Nemours (Seine-et-Marne).
*Société Havraise d'études diverses. — Le Havre.
*Société Libre d'Emulation du commerce et de l'industrie de la Seine-Inférieure. — Rouen.
Société Académique d'Architecture de Lyon, palais des Arts. — Lyon.
Société d'Agriculture, Sciences et Arts de la Sarthe. — Le Mans.
*Société des Sciences médicales de Lyon.
Société des Sciences et Arts de Vitry-le-Français.
Société des Sciences physiques et naturelles de Toulouse, 5, rue Moulin-Bayard. — Toulouse.
*Société d'Agriculture, Sciences, Arts et Belles-Lettres du département d'Indre-et-Loire. — Tours.
*Société Polymathique du Morbihan. — Vannes.
Société d'Etude des Sciences naturelles. — Nîmes.
Dr Solles, Conseiller municipal, rue Sainte-Catherine. — Bordeaux.
Soret (Louis), Rédacteur des *Archives des Sciences naturelles*, 1, promenade du Pin. — Genève (Suisse).
Souverbie (Saint-Martin), Conservateur du Muséum d'histoire naturelle. — Bordeaux.
Dr Spitaels (L.). — Croix (Nord).
*Stephan (Léopold), Commissaire chef de la marine. — Nantes.
Stéhélin (E.), Conseiller municipal, rue Vauban. — Bordeaux.
Stoecklin, Ingénieur des Ponts-et-Chaussées. — Boulogne-sur-Mer.
Stolipine, 11, Grand-Hôtel. — Paris.
Storck, Ingénieur civil, 78, rue de l'Hôtel-de-Ville. — Lyon.
Storck (Justin), Graveur, 6, rue Jacob. — Paris.
Strobl, 6, rue Saint-Géry. — Valenciennes.
*Talrich (Jules), Statuaire modeleur d'anatomie des Facultés de médecine de Paris et de Nancy, 41, rue de l'Ecole-de-Médecine. — Paris.
*Tanret (Charles), Pharmacien de 1re classe, 6, rue du Bois. — Troyes.
Tardy, Membre de la Société géologique de France, à l'Observatoire. — Bourg (Ain).
Tarrade (A.), Pharmacien, 65, avenue du Pont-Neuf. — Limoges (Haute-Vienne).
Tastet (Edouard), Négociant, 60, façade des Chartrons. — Bordeaux.
*Taupier, Propriétaire, rue du Calvaire. — Nantes.
Teissier (Joseph), Interne des hôpitaux de Lyon, 16, quai Tilsitt. — Lyon.
*Temple, château de Candé, par Monts (Indre-et-Loire).
Terquem, Professeur d'hydrographie. — Dunkerque.
Terrier (Léon), Professeur de rhétorique. — Montpellier.
Dr Testelin (Achille), Député du Nord. 16, rue de Thionville. — Lille.
Tesseire (Albert), 26, cours du Jardin-Public. — Bordeaux.
Tesseire (Omer), 26, cours du Jardin-Public. — Bordeaux.
Tessier (P.-Charles), 170, rue de Pessac. — Bordeaux.
*Teulade (Marc), Avocat, Membre de la Société de géographie et de la Société d'histoire naturelle de Toulouse, 8, rue Malcousinat. — Toulouse.
Texier (Louis), Directeur de l'Ecole de Médecine, Président de l'Association des médecins de l'Algérie. — Alger.
Théry, Conseiller général. — Langon (Gironde).
Thibault, aux Archives départementales. — Bordeaux.

THIBAULT, Ingénieur, Entrepreneur, 18, rue du Pas-de-Loup. — Rochefort.
*THIBAUT, Adjoint au maire, 76, rue de Vertais. — Nantes.
THOMAS (Louis), Professeur suppléant à l'Ecole de Médecine de Tours, 19, boulevard Heurteloup. — Tours.
*THOMAS (Alcide), Naturaliste, 16, rue Copernic. — Nantes.
*Dr TISON, rue Monge. — Paris.
*TISSANDIER (G.), Chimiste, 3, rue Bleue. — Paris.
*TISSANDIER (Albert), 3, rue Bleue. — Paris.
TISSEIRE (Albert), 26, cours du 29 Juillet. — Bordeaux.
TISSEUR (Clair), Architecte, 10, rue de la Reine. — Lyon.
TISSOT (Charles), Etudiant en droit, faubourg Stanislas. — Nancy.
TOFFART (Auguste), Secrétaire général de la mairie. — Lille.
Dr TOPINARD (Paul), Préparateur au Laboratoire d'anthropologie de l'Ecole des hautes études, 420, rue Saint-Honoré. — Paris.
*TOUCHALAUNNE, Avocat, rue de Strasbourg. — Nantes.
*TOUCHE, Chef d'escadron d'artillerie. — Nantes.
TOULAN, Pasteur. — Castillon (Gironde).
*TOULON (Paul), Elève ingénieur des Ponts-et-Chaussées, Licencié ès-lettres, Licencié ès-sciences, 11 *bis*, rue d'Auteuil. — Paris.
TOURNAIRE, Ingénieur en chef des Mines. — Saint-Etienne (Loire).
*TOUSSAINT, Chef de service à l'Ecole vétérinaire. — Lyon.
Dr TOUTANT. — Marans (Charente-Inférieure).
*TRANNIN, licencié ès-sciences, à la Faculté des sciences. — Lille.
*Dr TRASTOUR, 18, rue Lafayette. — Nantes.
TRAVELET, Ingénieur des ponts-et-chaussées. — Vesoul (Haute-Saône).
*Dr TRÉLAT, Membre du Conseil général de la Seine, à la Salpétrière. — Paris.
*TRÉLAT (Emile), Architecte, Directeur de l'École spéciale d'architecture, 17, rue d'Enfer. — Paris.
*Dr TRIPIER (Léon), 17, rue Childebert. — Lyon.
*TROMELIN (Gaston LE GOARANT DE), Membre de la Société géologique de France. — Château de Rosulien près Quimper (Finistère).
*TROMELIN (Gustave LE GOARANT DE), Enseigne de vaisseau, 8, rue Traversière. — Lorient.
TRUCHOT, Directeur de la station agronomique du Centre. — Clermont-Ferrand.
TRUTAT (Eugène), Conservateur du Musée d'histoire naturelle, 3, rue des Prêtres. — Toulouse.
TRYSTRAM, Conseiller général. — Dunkerque.
VALAT, Professeur, ancien recteur, 38, rue de Cursol. — Bordeaux.
*VALLÉE, Maire de Saint-Père-en-Retz (Loire-Inférieure).
*VALLÉE (Alfred), Propriétaire. — Haute-Goulaine (Loire-Inférieure).
*VALLÉE (Jules), fils, place Saint-Nicolas. — Nantes.
*VAN-ISEGHEM (Aristide), Architecte, membre du Conseil municipal, 1, rue de l'Hôtel-de-Ville. — Nantes.
*VAN-ISEGHEM (Henri), Avocat, 1, rue de l'Hôtel-de-Ville. — Nantes.
*VAN-ISEGHEM (père), Inspecteur de la Société française des monuments historiques de la Loire-Inférieure. — Nantes.
VAN RYSSELBERGHE, Professeur à l'Ecole de navigation de l'État. — Ostende (Belgique).
VAN TIÉGHEM, Maître de conférence à l'Ecole normale supérieure, 20, rue de l'Odéon. — Paris.
VARIOT, Ingénieur civil, 13, rue de Constantine. — Lyon.
*VAUGEOIS, Pharmacien, 1, rue de Bon-Secours. — Nantes.
Dr DE VAURÉAL. — Biarritz.
VAURIGAUD, Président du Consistoire, 2, passage Saint-Yves. — Nantes.
VAVIN (Jules), Capitaine de frégate, 47, faubourg Poissonnière. — Paris.
Dr VAYRON. — Lavallette (Charente).
VÉE (Amédée), 24, rue Vieille-du-Temple. — Paris.
*VÉLAIN, Répétiteur des hautes études à la Sorbonne, cabinet de géologie à la Sorbonne. — Paris.
*VERDAVAINE, Ingénieur, 7 *bis*, rue de Flandres. — Nantes.
Dr VERDO. — Marmande (Lot-et-Garonne).
Dr VERGELY, rue Castéja. — Bordeaux.

VERGER (A.). — Saint-Genis-de-Saintonge.
VERGNE (comte DE LA), Propriétaire, 1, rue de Poissac. — Bordeaux.
*VERLOT (Bernard), Chef de l'Ecole botanique au Muséum. — Paris.
VERLY, Rédacteur en chef de l'*Echo du Nord*. — Lille.
*VEZIN, Conseiller général de la Loire-Inférieure. — Saint-Nazaire.
VIAL, Pharmacien, 1, rue Bourdaloue. — Paris.
*VIAUD-GRAND-MARAIS, Professeur à l'Ecole de médecine. — Nantes.
Dr VIBERT. — Puy-en-Velay.
Dr VIENNOIS, 39, quai de la Charité. — Lyon.
*VIEUXTEMPS, Artiste, 32, rue Chaptal. — Paris.
*Dr VIGNARD, Professeur à l'Ecole de médecine, 1, rue de l'Hôtel-de-Ville. — Nantes.
VIGNARD (Charles), Négociant, Licencié en droit, 6, rue Urvoy-de-Saint-Bédan. — Nantes.
VIGNON (Léo), Docteur ès sciences, 4, place des Jacobins. — Lyon.
VIGNON (Mme), 45, rue Malesherbes. — Lyon.
Dr VIGUIER, Pharmacie centrale, 3, rue Sainte-Marie. — Lyon.
*Dr VILLENEUVE, 24, rue Sénac. — Marseille.
*VILLERS, Percepteur, 4, rue Paré. — Nantes.
VILLETTE (Ch.), Négociant, allées Damour. — Bordeaux.
VINCENT (Auguste), 9, rue d'Orléans. — Bordeaux.
*VINCENT (Emile), Conseiller général de la Loire-Inférieure, 11, rue Scribe. — Nantes.
VINCHON, Propriétaire, rue Traversière. — Roubaix.
VIOLLE, Professeur à la Faculté des sciences. — Grenoble.
*VOGT (G.), Ingénieur, 14, rue de Rivoli. — Paris.
*VORUZ, Industriel, 2, rue Linnée. — Nantes.
*VORUZ fils (Antony), Ingénieur civil, 52, rue de Gigant. — Nantes.
*VORUZ (Henri), 3, place de la Monnaie. — Nantes.
VOURLOUD, Ingénieur civil, 38, rue de la Reine. — Lyon.
VUILLEMIN, Directeur des Mines. — Aniche.
WALLAERT (Auguste), Filateur, 28, boulevard de la Liberté. — Lille.
WALLAERT (Edouard), Propriétaire, rue Notre-Dame. — Lille.
*Dr WALZYNSKI, 5, rue Bonne-Louise. — Nantes.
Dr WARMONT (Aug.), Ancien interne des hôpitaux de Paris. — Chauny (Aisne).
*WARTELLE, Blanchisserie de fils et tissus, 191, rue de Paris. — Herrin (Nord).
Dr WEDDEL (H.-A.), Correspondant de l'Institut, 14, rue de la Tranchée. — Poitiers (Vienne).
WEIL, Ingénieur des manufactures de l'État, 39, rue du Pont-Neuf. — Lille.
WHEELER (Silbert), Professeur de Chimie, Chicago University. — Chicago (Illinois), United States.
*WILLM (Mme), 82, boulevard Montparnasse. — Paris.
WOLF, Ingénieur des ponts-et-chaussées, rue Paulin. — Bordeaux.
*WORMS (Fernand), 28, rue Jacob. — Paris.
WORMS, 36, rue Laffite. — Paris.
WORMS (Simon), 13, rue de la Chaussée-d'Antin. — Paris.
*Dr WORTHINGTON (L.-S.), 24, rue de Seine. — Paris.
WOUSSEN, Fabricant de sucre. — Houdain (Pas-de-Calais).
WURTH, 64, rue Saint-Sernin. — Bordeaux.
WYROUBOFF (G.), Docteur ès sciences, 9, rue de Lille. — Paris.
XAMBEU, Professeur au Collége. — Saintes (Charente-Inférieure).
Dr YARROW (H.-C.), Smithsonian Institute. — Washington (United-States).
YVER (P.), Ancien élève de l'École polytechnique, 13, rue Bleue. — Paris.
YVERNÈS, Avocat, rue Casimir-Peret. — Béziers.
ZEILLER (René), Ingénieur des Mines, 89, boulevard Saint-Michel. — Paris.

LISTE DES SAVANTS ÉTRANGERS

AYANT ASSISTÉ AU CONGRÈS DE LILLE.

ANDREWS (Le Professeur), de Belfast (Angleterre).
BAUMHAUER (Von), Secrétaire perpétuel de la Société hollandaise des sciences, à Harlem.
BRANDZA (Le Docteur), Professeur à l'Université de Bucharest.
CANDÈZE (Le Docteur), Secrétaire général de la Société des sciences de Liége.
CHIL-Y-NARANJO (Le Docteur), à Palmas (Grandes Canaries).
DRAKE-EL-CASTILLO, Étudiant en droit.
EDWARDS (Miss BETHAM), Correspondant du *Pall Mall Gazette*.
FRANCHIMONT (Le Docteur), Professeur à l'Université de Leide.
GAILLARDOT (Le Docteur), Médecin sanitaire de France en Egypte, Vice-Président délégué de l'*Institut Égyptien*, à Alexandrie.
GRINWIS, Professeur à l'Université d'Utrech.
HORTON.
JACKSON (Le Docteur), de Londres.
LIGUINE, Professeur à l'Université d'Odessa.
LIKYARDOPOULOS.
MAHMOUD-BEY, Membre délégué de l'*Institut Égyptien*, à Alexandrie.
MAHMOUD-KALIL, d'Alexandrie.
MAÏNOF (Voldemar DE), Secrétaire de la section ethnographique de la Société géographique Impériale russe, à Saint-Pétersbourg.
NEGRI (Le Commandeur CRISTOFORO), Ministre plénipotentiaire d'Italie.
NESBITT (Charles), Esquire, de Londres.
OMMANEY (L'amiral Érasmus), délégué de la *British association for the advancement of science* et de la *Royal geographical society*, à Londres.
PHÉNÉ (Le Docteur) S. L. D. — K. S. A. — K. G. S. — Délégué de la Société Royale d'histoire de Londres.
RICCI (Le Marquis J.), Lieutenant général en retraite, à Turin.
PEREZ (Le Docteur), à Laguna-Ténérife (Iles Canaries).
SCHMIDT (Waldemar), Professeur chargé de cours supplémentaire, à l'Université de Copenhague.
VOGT (Carl), Professeur, à l'Université de Genève.

ASSOCIATION FRANÇAISE

POUR

L'AVANCEMENT DES SCIENCES

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

TENUE A NANTES LE 26 AOUT 1875

PRÉSIDENCE DE M. AD. D'EICHTHAL, PRÉSIDENT DE LA COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DU MIDI, PRÉSIDENT DE L'ASSOCIATION.

— Extrait du procès-verbal. —

Le Président donne lecture d'une lettre de M. l'amiral Erasmus Ommaney, délégué de l'Association britannique pour l'avancement de la science, qui, au nom du Président et du conseil de cette Association, invite les membres de l'Association française à assister au Congrès qui se tiendra à Glasgow en 1876, et exprime le vif intérêt qu'ils prennent aux travaux et aux progrès de l'Association française.

Le Président donne lecture de deux articles additionnels à introduire dans les statuts : ces articles, proposés par le Conseil d'administration et qui seront soumis à l'approbation de l'Assemblée générale de 1876, sont les suivants :

ART. 5 BIS (RÈGLEMENT, TITRE I). *Le Président sortant fait de droit partie du bureau pendant les deux semestres suivants.*

ART. 6 BIS (RÈGLEMENT, TITRE I). *Dans le cas de décès, d'incapacité ou de démission d'un ou de plusieurs des membres du bureau, le Conseil procède à leur remplacement.*

La proposition de ce ou de ces remplaçants est faite dans une séance convoquée spécialement à cet effet : la nomination a lieu dans une séance convoquée à sept jours d'intervalle.

Au nom du Conseil d'administration, le Président propose la ville de Clermont-Ferrand comme lieu de réunion pour la session de 1876. Le concours empressé que l'on est assuré de trouver auprès de la municipalité, et l'intérêt qui s'attache à l'inauguration de l'observatoire météorologique du Puy-de-Dôme, qui aura lieu l'année prochaine, permettent d'espérer une brillante session.

L'Assemblée consultée adopte cette proposition.

Le Président propose ensuite à l'Assemblée de voter dès cette année sur le lieu de la réunion en 1877, et, au nom du Conseil d'administration, il propose la ville du Havre : l'importance de ce grand port de commerce, l'empressement du maire et de la municipalité à demander la venue de l'Association en 1876 ou en 1877, expliquent cette proposition, faite en vertu de l'article 24 du règlement.

Malgré une contre-proposition, tendant à rejeter le vote sur le choix du lieu de réunion de 1877 à l'année prochaine, la proposition du Conseil d'administration est adoptée.

Le Président annonce à l'Assemblée que M. Faye craignant, par suite de ses occupations, de ne pouvoir consacrer assez de temps à l'Association, a envoyé sa démission de Président pour l'année 1876. Après avoir exprimé les regrets du Conseil d'administration au sujet de cette détermination, regrets qu'il est convaincu que l'Assemblée partage, M. le Président, au nom du Conseil, propose de désigner M. Dumas, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, comme président pour l'année 1876. La situation dans laquelle se trouve l'Association n'avait été prévue ni par les statuts, ni par le règlement ; le Conseil a dû s'inspirer uniquement des circonstances, et il est convaincu que la proposition qu'il fait et qu'il espère voir adopter par l'Assemblée, est de nature à contribuer grandement au développement de l'Association.

La proposition du bureau est adoptée par acclamation.

Il est procédé ensuite aux votes pour l'élection, pour 1876, d'un vice-président et d'un vice-secrétaire général, qui doivent être pris respectivement dans le 3e et le 4e groupes.

M. P. Broca, professeur à la Faculté de médecine de Paris, est nommé vice-président ; M. P.-P. Dehérain, professeur à l'Ecole de Grignon, est nommé vice-secrétaire général.

Il est procédé à la désignation d'un trésorier ; par acclamation, M. G. Masson, trésorier sortant, est maintenu dans ses fonctions pour quatre ans.

L'Assemblée adopte les propositions faites par les diverses sections pour la nomination des délégués. (*Voir ci-après le tableau des délégués.*)

Sur la proposition du Conseil d'administration, l'Assemblée vote, à l'occasion de la session de Nantes, des remerciements au Préfet de la Loire-Inférieure, au Conseil général de la Loire-Inférieure, au Conseil municipal de Nantes, au Comité local, à la Société des Beaux-Arts, aux Compagnies des chemins de fer.

Le Président déclare close la session de Nantes.

BUREAU DE L'ASSOCIATION FRANÇAISE

MM. DUMAS, membre de l'Institut, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, *Président.*
BROCA (P.), membre de l'Académie de médecine, professeur à la Faculté de médecine de Paris, *Vice-Président.*
CORNU, ingénieur des mines, professeur à l'Ecole polytechnique, *Secrétaire général.*
DEHÉRAIN (P.-P.), professeur de chimie à l'Ecole de Grignon, *Vice-Secrétaire général.*
MASSON (G.), libraire-éditeur, *Trésorier.*
GARIEL (C.-M.), ingénieur des ponts-et-chaussées, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, *Secrétaire du Conseil.*

PRÉSIDENTS, SECRÉTAIRES ET DÉLÉGUÉS DES SECTIONS

1re et 2e Sections. MANNHEIM, *Président.* PICQUET, *Secrétaire.* BOURDELLES. EM. LEMOINE. PERRIER.	**8e Section.** DUFOUR, *Président.* DUFET, *Secrétaire.* CHANTRE. LARTET. DES CLOIZEAUX.	**12e Section.** LEUDET, *Président.* CARTAZ, *Secrétaire.* COURTY. TRÉLAT. MAREY.
3e et 4e Sections. BERGERON, *Président.* JOLY, *Secrétaire.* MARCHEGAY. THOMAS. ARSON.	**9e Section.** BAILLON, *Président.* DE LANESSAN, *Secrétaire.* DE SAPORTA. GARREAU. DUTAILLY.	**13e Section.** DEHÉRAIN, *Président.* ROUSSILLE, *Secrétaire.* BARRAL. BOBIERRE. L'HOTE.
5e et 7e Sections. GAVARRET, *Président.* HIRSCH, *Secrétaire.* XAMBEU. LALLEMAND. D'ALMEIDA.	**10e Section.** L. VAILLANT, *Président.* EUDEL, *Secrétaire.* LAFONT. J. CHATIN. L. BUREAU.	**14e Section.** DURAND (l'abbé), *Président.* HUREAU DE VILLENEUVE, *Secrétaire.* HEDDE. HUREAU DE VILLENEUVE. DE MARSY.
6e Section. WURTZ, *Président.* SILVA, *Secrétaire.* GRUNER. VIOLLETTE. WURTZ.	**11e Section.** DE MORTILLET, *Président.* COLLINEAU, *Secrétaire.* LAGNEAU. DALLY. PRUNIÈRES.	**15e Section.** LEVASSEUR, *Président.* G. RENAUD, *Secrétaire.* BOUVET. ALGLAVE. GOULLIN.

CONGRÈS DE NANTES

PROGRAMME DE LA SESSION

19 août. — A 10 heures du matin, Conseil d'administration. — A 1 heure 1/2, séance d'ouverture au théâtre Graslin. — A 4 heures, inauguration du Muséum d'histoire naturelle. — A 8 heures du soir, réception à l'Hôtel de Ville.

20 août. — A 8 heures 1/2 du matin, séances de sections. — Salle de la Société des Beaux-Arts, à 2 heures, séance générale : MM. Roussin, Lorieux, Dr A. Moreau. — A 8 heures du soir, conférence : Les sciences naturelles à Nantes, par M. Bureau, professeur au Muséum d'histoire naturelle de Paris.

21 août. — A 8 heures 1/2 du matin, séances de sections. — A 2 heures, visite des Raffineries de MM. Etienne et Massion. — A 3 heures, visite de la Manufacture des tabacs.

22 août. — Excursion à Saint-Nazaire.

23 août. — A 8 heures 1/2 du matin, séances de sections. — A 10 heures 1/2, Conseil d'administration. — A 2 heures, visite de l'usine à plomb. — A 3 heures, visite de la fabrique de conserves de M. Lechat, maire de Nantes, et de l'huilerie et savonnerie de M. Serpette. — A 4 heures, visite de la fonderie de M. Voruz. — A 8 heures du soir, salle de la Société des Beaux-Arts, Conférence : l'acoustique, le timbre des sons, par M. Gavarret, professeur à la faculté de médecine de Paris.

24 août. — Excursion à Couëron, la Basse-Indre et Indret. — A 8 heures 1/2, réception chez M. le Préfet.

25 août. — A 8 heures 1/2 du matin, séances de sections. — A 2 heures du soir, séance générale, salle de la Société des Beaux-Arts : MM. Quivogne, Marey, Béchamp, Broca.

26 août. — A 8 heures du matin, visite de l'école Notre-Dame, fondée et dirigée par M. Livet. — A 8 heures 1/2 du matin, séances de sections. — A 11 heures, Conseil d'administration. — A 1 heure, salle de la Société des Beaux-Arts, assemblée générale.

La session de 1875 a été préparée, à Nantes, par les soins d'un comité local, dont nous donnons ici la composition.

MEMBRES HONORAIRES

MM.

Lallement, Général commandant le 11e corps d'armée.

Welche, Conseiller d'État, Préfet du département dé la Loire-Inférieure.

De Codrosy, Président du Conseil général de la Loire-Inférieure.

De la Gournerie, Inspecteur général des ponts-et-chaussées, membre de l'Institut, Conseiller général.

L'amiral DE CORNULIER-LUCINIÈRE, Membre du conseil supérieur de l'instruction publique.

M. JARRY, Recteur de l'Académie de Rennes.

JÉGOU D'HERBELINE, Inspecteur général des ponts-et-chaussées.

BUREAU, Professeur au Muséum d'histoire naturelle de Paris.

BUREAU

MM.

CH. LECHAT, Maire de Nantes, *président.*

LAMBERT, Président de chambre honoraire de la Cour d'appel de Rennes, Président de la Société académique, *vice-président.*

BOBIERRE, Directeur de l'Ecole des sciences, *vice-président.*

COLOMBEL, Avocat.
Dr LAENNEC, Professeur à l'Ecole de médecine.
Dr MALHERBE fils, Chef des travaux anatomiques à l'Ecole de médecine. } *secrétaires.*

MEMBRES

MM.

ANDOUARD, Pharmacien, Professeur de Chimie et Toxicologie à l'Ecole de médecine.

Dr BERTIN, Professeur suppléant à l'Ecole de médecine.

BONAMY, Bâtonnier de l'Ordre des Avocats.

BOURGAULT-DUCOUDRAY, de la Section des Sciences de la Société académique.

BOURGEREL, Architecte du Département.

BRISSONNEAU, Industriel, adjoint au Maire.

Dr CHARTIER, Professeur d'Hygiène et de Thérapeutique à l'Ecole de médecine.

CHÉGUILLAUME, Ingénieur en chef des ponts-et-chaussées.

CHENANTAIS, Architecte.

CLEIFTIE, Conseiller d'arrondissement.

CROUAN, Négociant, *membre fondateur de l'Association.*

DE LA BROSSE, Membre du Conseil général.

DE LA BROSSE, Négociant-raffineur.

Dr DELAMARE, Professeur d'Histoire naturelle à l'Ecole de médecine.

DELAUNAY DE SAINT-DENIS, Président du Tribunal de Commerce.

DOUCIN, Inspecteur honoraire de l'Université.

DUFOUR, Proviseur du Lycée.

DUFOUR, Directeur du Muséum d'histoire naturelle.

DUPUY, Substitut du Procureur de la République, à Nantes.

Dr ÉCORCHARD, Directeur du Jardin des Plantes, Professeur à l'Ecole des Sciences et des Lettres.

EON DU VAL, Ingénieur en chef des ponts-et-chaussées et du canal de Nantes à Brest.

ÉTIENNE, Négociant-raffineur.

GENEVIER, Pharmacien, Président de la Section d'Histoire naturelle de la Société académique.

GILÉE, Président de la Chambre de Commerce.

GOUPILLEAU, Président de la Section d'agriculture de la Société académique.

GOUSSET, Inspecteur d'Académie, en résidence à Nantes.
GUILLEY, Président de la Société des Beaux-Arts.
HALGAN (STÉPHANE), Directeur de l'École industrielle.
JOLY, Ingénieur des ponts-et-chaussées.
Dr JOUON, Professeur d'Anatomie à l'École de médecine.
DE LA ROCHETTE, Directeur de l'*Espérance du Peuple*.
LAROQUE, Professeur de mathématiques au Lycée et à l'École des Sciences et des Lettres.
LARREY, Négociant-industriel.
Dr LEFEUVRE, Vice-Président de la Société académique.
Dr LE HOUX, Médecin des Hôpitaux.
LENEVEU, Ingénieur civil.
LENOIR, Architecte.
LIVET, Chef d'institution.
LORIEUX, Ingénieur des Mines.
LUCAS DE PESLOUAN, Avocat, Membre du Conseil général.
Dr MALHERBE père, Professeur de clinique médicale à l'École de médecine.
MANGIN (ÉVARISTE), Directeur du *Phare de la Loire*.
MARIONNEAU, Président de la Société Archéologique.
MARX (ARMAND), Négociant.
MARX (RAOUL), Négociant.
MASSERON, Directeur des Douanes.
MAUBLANC, Avocat, Membre du Conseil municipal.
MERSON, Directeur de l'*Union Bretonne*.
MOSNERON-DUPIN, Président de la Société industrielle.
NORMAND, Membre du Conseil général.
PARENTEAU, Conservateur du Musée Archéologique.
PELLERIN, Agrégé des Sciences.
Dr PIHAN-DUFEILLAY, Directeur de l'École de médecine.
POIRIER, Ingénieur civil des mines.
RÉCIPON, Industriel, *membre fondateur de l'Association*.
ROCH, Avocat, Membre du Conseil général.
SERPETTE, Négociant-industriel.
SIBILLE, Avoué, Adjoint au Maire.
TEILLAIS, Docteur-médecin.
TOUCHALAUNNE, Avocat.
VAN-ISEGHEM, Architecte.
VIDAL, Président de la Société d'Horticulture.
VORUZ, Industriel.

SÉANCES GÉNÉRALES

SÉANCE D'OUVERTURE

19 août 1875

PRÉSIDENCE DE M. D'EICHTHAL.

Assistaient à la séance : M. Welche, préfet de la Loire-Inférieure ; M. Lechat, maire de Nantes, et ses adjoints ; M. de Codrozy, président du Conseil général de la Loire-Inférieure ; M. l'amiral de Cornulier-Lucinière, membre du Conseil supérieur de l'Instruction publique ; M. Dumas, membre de l'Institut ; M. Wurtz, membre de l'Institut ; M. Claude Bernard, membre de l'Institut ; M. Balard, membre de l'Institut ; M. Jégou d'Herbeline, inspecteur général et directeur de l'Ecole des Ponts-et-Chaussées ; M. de la Gournerie, membre de l'Institut ; M. Gousset, inspecteur d'Académie à Nantes ; M. Lambert, président de chambre honoraire à la Cour d'appel de Rennes, président de la Société académique de la Loire-Inférieure, vice-président du Comité local ; M. Bobierre, directeur de l'Ecole des Sciences, vice-président du Comité local ; MM. Doré-Graslin et Lallié, députés de la Loire-Inférieure ; M. Marionneau, président de la Société archéologique de Nantes et de la Loire-Inférieure ; un grand nombre de membres du Conseil général et du Conseil municipal, des professeurs des Facultés des sciences et des lettres de Rennes, de l'Ecole de médecine et de l'Ecole des sciences et des lettres de Nantes.

Après une ouverture exécutée par la Société philharmonique, sous la direction de M. Weingaertner, la séance est ouverte à 1 heure 1/2.

Les discours suivants ont été prononcés par :

MM. D'EICHTHAL, président de l'Association ;

LECHAT, maire de Nantes ;

OLLIER, secrétaire général de l'Association ;

G. MASSON, trésorier.

M. Ad. D'EICHTHAL

Président du Conseil d'administration des chemins de fer du Midi,
Président de l'Association.

DES RAPPORTS DES SCIENCES ET DE L'INDUSTRIE

En ouvrant à Bordeaux votre première session, M. de Quatrefages disait : « Notre » but commun est la rénovation de notre pays par les études et l'esprit scienti- » fique. Notre tâche sera terminée alors seulement que tout homme exerçant une » action quelconque sur le pays, ou possédant quelques loisirs, sera devenu un » ami éclairé, un amateur de la science. »

Vous avez voulu manifester votre volonté de réaliser ce programme, attirer à vous tous ceux qui, en dehors de la science, peuvent aider à en propager le goût, à en faciliter la diffusion, en leur montrant que leur concours peut obtenir sa récompense.

C'est dans ce but que vous avez appelé l'un de vous, étranger à toutes les sciences et qui a passé sa vie dans les labeurs du commerce et de l'industrie, à l'honneur insigne de succéder cette année, dans la présidence de votre Société, aux illustres savants dont les discours ont donné un si grand éclat à vos trois premières sessions.

Désigné à votre choix par un tel motif, vous n'attendez pas de moi quelque brillant discours sur l'influence des sciences, ou l'exposé aussi lucide qu'élégant d'une grande théorie scientifique ; mon rôle doit être plus modeste. La part que, depuis quarante ans, j'ai été appelé à prendre à la création et à l'administration de nos chemins de fer m'ayant permis de suivre les applications des découvertes scientifiques dans plusieurs branches de l'industrie, j'ai pensé qu'il pourrait être utile d'en rappeler devant vous quelques exemples, et de montrer ainsi le lien étroit qui existe entre la science pure et la satisfaction à donner aux besoins de l'humanité.

Le nombre des citations à faire serait presque infini. Hygiène, médecine, chirurgie, beaux-arts, mécanique, l'industrie dans presque toutes ses branches, exploitation des mines, métallurgie, industrie textile, éclairage, chauffage, ventilation, collecte et conduite des eaux, la simple énumération des services que nous devons à la science sous tous ces rapports dépasserait les bornes de votre patience et les limites du temps dont nous pouvons disposer.

Si nous ne passons en revue qu'une seule branche, qu'une seule partie d'une branche de l'industrie, nous trouverons encore des progrès si nombreux et si grands, que l'imagination mesurera facilement l'importance de ceux réalisés dans toutes les autres branches de l'activité humaine.

J'essayerai de tracer rapidement quelques lignes de l'histoire des forces motrices, moteurs, machines motrices.

Sans remonter à Archimède nous dotant de l'hélice, Pascal démontrant, en traitant des liquides, « l'égalité de transmission des pressions dans tous les sens », donne le point de départ de cet appareil si simple et si puissant, la presse hydraulique.

Le travail de l'eau motrice dans les roues à aubes est amené, par les études théoriques de Poncelet et de Sagebien, à sa puissance actuelle.

Burdin et Fourneyron déterminent par le calcul les conditions de construction de la turbine, roue à axe vertical, précieuse machine qui, surtout pour les chutes d'eau de faible force, remplace avec grand avantage les anciennes roues à trompe et à cuve, fonctionne même là où celles-ci ne pouvaient pas agir. La turbine, modifiée scientifiquement, utilise, sous le plus petit volume, la plus grande quantité d'eau motrice en évitant une perte d'effet définitif par la suppression de mécanismes compliqués de transmission. Kœchlin, Baron, Euler, Passot, Jonval, lui apportent leur part de perfectionnement, et l'industrie en trouve bien vite de nombreuses applications : elle purge les cristaux de sucre du sirop qui les enveloppe ; elle applique des matières légères sur les tissus et les y fixe ; l'essoreuse vient en aide à l'humble blanchisseuse.

Faut-il transporter à distance la force inutilisée de certaines chutes d'eau ? Hirn disposera le câble télodynamique, qui rapprochera le moteur de l'appareil à mouvoir. Ce câble deviendra le chemin aérien si utile, surtout dans les pays de montagnes, pour le transport sur poulies des minerais et des houilles ; si précieux, dans les grandes usines pour les mouvements intérieurs, et en agriculture pour le transport des produits des champs aux usines.

Le vent, force d'intensité éminemment variable, n'a pu jusqu'ici être subjugué par la science. Par les variations qu'elle subit, l'eau courante n'a pu non plus être amenée à produire un effet régulier. Mais l'air et l'eau deviennent nos plus puissants auxiliaires lorsqu'ils sont soumis à la pression.

Aux travaux de Mariotte, Boyle, Dulong, Arago, Gay-Lussac, Regnault, Berthollet, Petit, OErstedt, Despretz, Faraday, Torricelli, Henri Sainte-Claire Deville, Debray, entre autres, nous devons le manomètre, partie indispensable de la machine à vapeur, la machine pneumatique, non moins utile à la science expérimentale qu'à l'industrie, la machine de compression, qui vient augmenter la force élastique de l'air dans un récipient.

Rappelons rapidement d'autres applications des recherches scientifiques.

Dans la pensée d'Andraud, l'air comprimé devra servir à transmettre au loin la force naturelle des cours d'eau. C'est par son emploi que Sommeiller perce le mont Cenis, et qu'après maintes autres applications nous lui devrons, nous pouvons l'espérer, l'accomplissement de l'œuvre hier encore réputée impraticable de la construction de ce tunnel sous la mer destiné à resserrer de plus en plus l'union de l'Angleterre et de la France.

L'air comprimé et agissant sans production de chaleur et de condensation, avec de faibles frottements, contribuera à transformer l'industrie minière et à préserver la vie de nombreux ouvriers, exposés aujourd'hui à tant de dangers dans les profondeurs des travaux.

Les transports eux-mêmes à ces niveaux seront bientôt effectués par des locomotives à air comprimé, comme déjà ils le sont dans la galerie en percement du Saint-Gothard.

L'emploi de l'eau sous pression, comme moteur ou comme accumulateur de force, doit à sir William Armstrong ses progrès les plus notables. Grâce aux données de la mécanique, l'eau comprimée permet d'exercer, par intervalles, les plus énergiques efforts, de soulever, de manœuvrer les poids les plus lourds avec une merveilleuse facilité.

Ne citons qu'en passant les essais de production de force motrice par la dilatation de l'air, par la combustion du mélange d'air et de gaz d'éclairage, par le gaz ammoniac, etc. Vous avez pu voir fonctionner les moteurs Lenoir et Hugon pour la construction des maisons de Paris. Les petits ateliers industriels, l'ouvrier isolé travaillant dans sa chambre, trouvent dans ces moteurs économie de temps et d'argent.

La femme peut, sans s'éloigner du foyer, profiter, elle aussi, des bienfaits de la science au moyen de la machine à coudre, heureuse combinaison de principes scientifiques, mue par ce moyen nouveau.

S'agit-il des machines qui emploient la vapeur d'eau comme force motrice, ou bien de celles qui emploient l'air et la vapeur combinés, la science moderne apparaît, armée des plus belles expériences, pour établir la théorie de l'équivalence de la chaleur et du travail mécanique. Les travaux de sir William Thomson, de Rankine, du docteur Mayer, de Clausius, de Joule, de Tyndall, de Henri Sainte-Claire Deville, de Hirn, par la création de la thermodynamique, offrent à l'industrie une forme nouvelle de force, qu'elle saura, soyons-en sûrs, s'approprier pour les moteurs de l'avenir.

Ce n'est plus Jupiter qui manie la foudre. La science a appris à l'homme à s'asservir cette force invisible, qu'il ne connaissait que par ses efforts destructeurs, et à en faire l'un de ses plus puissants agents.

Œrstedt, Ampère, Faraday, Becquerel, par leurs découvertes, ont préparé l'utilisation de l'électricité, dont les phénomènes sont désormais confondus avec les phénomènes magnétiques.

Et ici nous trouvons un frappant exemple de ce que peut le contact de l'industriel avec le savant. C'est à Ruhmkorff, le simple mécanicien, qu'est dû l'ingénieux appareil qui porte son nom et qui transforme l'électricité de la pile en électricité de machine, en développant à volonté les courants induits.

La bobine de Ruhmkorff trouve son complément dans le condensateur Fizeau. Jamin dote l'industrie de ces aimants dont la puissance est pour ainsi dire illimitée, et détermine l'énergie des machines d'induction sous un poids donné. Nous ne voyons se rattacher encore à ces découvertes que la machine Gramme, dont l'importance est loin de devoir être dédaignée ; mais nous avons droit d'espérer d'autres applications importantes.

Malgré les moteurs électriques de Jacobi, de Page, de Froment, l'emploi de cette force est resté très-restreint ; la voie est ouverte, la marche du progrès ne s'arrêtera pas.

Mais que sont tous ces moteurs réunis auprès de la machine à vapeur ? Ne craignez pas que j'essaye de vous en tracer l'histoire, où apparaîtraient de la façon la plus éclatante les applications pratiques des plus brillantes découvertes de la physique ; je ne citerai que quelques faits.

Puissance sans limites, d'une régularité absolue, susceptible d'emplois sans

nombre, utilisable pour ainsi dire en tous lieux, en toutes saisons, dans toutes proportions, tantôt écrasant le corps le plus dur par un effort irrésistible, tantôt modifiant la forme de l'objet le plus délicat sans l'altérer à l'aide des outils les plus puissants, le moteur à vapeur a fait contribuer à son perfectionnement la science dans un grand nombre de ses branches, en même temps que la pratique et même, nous devons le reconnaître, le hasard, collaborateur quelquefois heureux du savant et de l'industriel.

L'intérêt est si grand dans cette question de l'utilisation de la vapeur, que les hommes les plus éminents y appliquent leur énergique intelligence. Pour les améliorations de la locomotive seule, que de noms à citer! Watt, Seguin, Stephenson, Maudsley, Edwards, Crampton, Engerth, Clapeyron, Petiet, Flachat, Lechatelier, Polonceau, et bien d'autres encore.

Force fixe donnant l'impulsion aux corps extérieurs, force mobile donnant et subissant l'impulsion, le moteur à vapeur, admirable thaumaturge, étend la domination de l'homme sur la nature, sans qu'on puisse prévoir les limites de son action.

Si nous pouvions suivre les transformations successives, les appropriations si variées du moteur à vapeur depuis son apparition jusqu'à ce jour, nous verrions la science associée à presque tous les progrès.

Que nous nous occupions de mines, de chemins de fer, de transports maritimes, de percements de montagnes, d'épuisements et sous terre et à la surface de la terre, nous trouvons la vapeur appliquée partout, et l'objet des travaux des savants, des ingénieurs, des mécaniciens les plus éminents; augmentation de puissance, économie de dépenses pour sa production, tout le progrès est dû à leurs efforts. Un seul exemple des progrès ainsi réalisés en dira l'importance. En 1825, la locomotive de Stephenson traîne 38 tonnes sur une rampe de 5 millimètres et consomme 200 grammes de houille par kilomètre parcouru et par tonne; en 1875, nos locomotives traînent sur la même rampe 542 tonnes, et la consommation de la houille par kilomètre parcouru et par tonne n'est plus que de 25 grammes. La force produite est quatorze fois plus grande. La consommation du combustible est réduite des 7/8.

Nous n'avons parlé encore que de la machine fixe et de la locomotive. Quels services ne rend point à presque toutes les industries et à l'agriculture en particulier le moteur à vapeur réunissant le double caractère de mobilité et de fixité, la locomobile?

La science n'a pas une part moins large dans les applications merveilleuses du moteur à vapeur à la navigation.

Essayée d'abord sur les fleuves, la navigation à vapeur débute sur la mer avec des moteurs d'une force de 200 chevaux, avec lesquels on obtient une vitesse de 8 nœuds pour la moyenne d'une traversée. Par des perfectionnements successifs, la vitesse atteint 12 nœuds avec des paquebots en fer et à roues.

Quel plus frappant exemple de ce que la pratique peut devoir à la science, que la création de ce prodigieux navire dont on a changé plusieurs fois le nom, sans lui donner celui qu'il devrait porter : *Isambard Brunel!* Sans le *Great-Eastern,* dans lequel se combinent une puissance énorme et la précision d'un chronomètre, la

pose des câbles sous-marins, inaugurée des côtes d'Angleterre à celles des États-Unis, eût peut-être été retardée de bien des années.

C'est par l'hélice, appliquée d'abord comme propulseur donnant surtout une grande puissance, qu'on arrive à des vitesses dont l'habitude seule fait que nous ne nous en étonnons plus. De 12 nœuds à l'heure on arrive à 18, tout en augmentant le poids utile transporté et en diminuant la consommation du combustible des foyers et de l'eau des chaudières.

Pour blinder de fer les navires, pour obtenir la précision indispensable dans les organes des machines qui leur donnent le mouvement, il a fallu des engins, eux-mêmes d'une force et d'une précision qu'on n'avait pas même rêvées il y a moins d'un demi-siècle.

C'est en partie par la force de l'eau comprimée que le but a été atteint : fonderies, forges, ateliers mécaniques, chantiers de construction, s'en sont emparés pour soulever, manœuvrer les masses les plus lourdes.

Quelle idée ne donne pas de la grandeur des progrès accomplis le marteau-pilon, ce géant, qui sait à volonté passer de la secousse la plus terrible au contact le plus délicat! Qui peut dire ce que deviendront, sous sa formidable action, le fer, l'acier, les métaux de toute nature; quelles transformations ils subiront, quelles qualités ils pourront acquérir?

Pendant bien des siècles, les machines dont l'homme s'est servi n'ont été perfectionnées que lentement, empiriquement. C'est de nos jours seulement que la science a conduit à la création de nouveaux instruments de travail et a su donner aux outils les plus faibles ou les plus puissants la stabilité et la précision mathématiques.

Nous obtenons la force presque sans limites par les marteaux-pilons, les machines à river, les laminoirs; les machines à diviser, à raboter, à buriner, à aléser, à percer, nous montrent jusqu'où peuvent être atteintes la précision et la délicatesse du travail.

Grâce à ces mâchines, nous voyons forger des arbres coudés du poids de 40 tonnes, tourner des pièces mécaniques énormes, laminer les monstrueuses plaques de blindage de nos navires, enlever, transporter par la grue à vapeur ces masses si pesantes, raboter le fer et l'acier, mortaiser, aléser, scier, percer, tarauder tous les métaux, sans efforts apparents, même sans bruit, marteler et entailler les engrenages, ou étamper les roues.

De plus en plus la machine remplace la main de l'homme, lui laissant la fonction plus élevée, celle de la diriger.

La scie à lame sans fin découpe le fer, la machine Sellers taille les engrenages cylindriques, celle de Zimmermann les engrenages coniques dont elle trace les dents automatiquement; les tiges métalliques sont mécaniquement courbées, serties, transformées en chaînes achevées.

Production de charnières de toute pièce, de clous, d'épingles et de pointes, presque au prix du fer, découpage des clous avec une merveilleuse rapidité, nous devons tous ces progrès à la mécanique.

Faut-il donner au bois les formes les plus variées et les plus délicates, produire rapidement des pièces absolument identiques, l'ingénieur ne sera point en défaut.

Les machines Japy produiront automatiquement les vis à bois. Le bois se débite

à la scie verticale, horizontale, circulaire, à mouvement rectiligne, alternatif. La machine à raboter dresse à volonté les bois sur une, deux, trois ou quatre faces.

A cet exposé de ce que la science a fait pour les moyens de locomotion sur terre et sur mer, et pour l'outillage mécanique, combien il serait intéressant d'ajouter ce qu'elle a fait pour l'exploitation de la houille, la production et la transformation des métaux, éléments indispensables de la création des machines.

Il ne m'est pas permis d'aborder un si vaste sujet. Mais, en terminant ce rapide exposé, qu'il me soit permis de faire remarquer l'action et la réaction incessantes l'une sur l'autre de la théorie et de la pratique, de la science et de l'industrie.

Un nouveau principe scientifique démontré donne naissance à des mécanismes nouveaux ; la science à son tour doit ses progrès à ces instruments perfectionnés ; ne cherchons pas à faire la part de chacune de ces deux branches de l'intelligence humaine ; elles s'entr'aident, elles ont besoin l'une de l'autre, elles doivent se rapprocher de plus en plus.

Si leur action combinée a tant contribué à la création de ces merveilles mécaniques qui ont peu à peu transformé le monde de la production, il faut faire aussi la part d'un autre agent, dont j'ai vu la puissance se révéler avec non moins d'éclat que celle de la science, et qui seul a permis à cette dernière et à l'industrie de réaliser des prodiges : je veux parler de l'accumulation et de la concentration du capital. La science a su donner aux instruments de travail un accroissement de puissance extraordinaire ; mais combien cette somme de richesse serait demeurée improductive sans le secours de cette force immense du capital, confié à un petit nombre de mains habiles et expérimentées, mis au service d'une direction unique, active, intelligente ; seule, cette réunion de ressources considérables, provenant, soit de l'épargne, soit de l'association, a permis d'obtenir dans les entreprises industrielles le concours des hommes les plus éminents, de tenter sur une grande échelle les expériences les plus coûteuses ; par là, dans un autre ordre d'idées, la somme totale du bénéfice prélevé par le capital lui-même s'est trouvée réduite par le fait de la multiplicité des travaux, auxquels suffit un capital relativement restreint, par suite de cette concentration. La grandeur des opérations a permis des économies considérables, et la communauté tout entière a pu obtenir des produits à un bon marché que la dispersion des forces vives de l'industrie ne lui avait jamais procuré. Parmi tant d'exemples que je pourrais citer de la puissance de cet agent, j'en choisirai deux : le Creuzot, l'usine de la C^ie^ parisienne du Gaz à la Villette.

Là, je pourrais dire presque dans le désert, sous l'impulsion d'une intelligence créatrice, s'élève une réunion de machines d'une rare perfection et d'une force telle que, même à regarder fonctionner ces géants, nous avons peine à nous figurer leur puissance. Nous les voyons extraire la houille, fondre le minerai, transformer le fer et produire comme par magie rails, locomotives, navires, outils de toutes sortes.

Ici, dans l'enceinte de la grande ville, par les efforts réunis d'administrateurs d'une habileté consommée, de savants, d'ingénieurs d'un mérite exceptionnel, à l'aide d'un énorme capital, s'élève cette usine où le wagon apporte la houille, et d'où vont sortir les produits qui nous donnent la lumière, la chaleur, la force motrice et les plus délicates couleurs, les plus délicieux parfums extraits de ce

goudron qui, avant que la science eût parlé, ne servait guère qu'à couvrir nos palissades. Et telle est la perfection de tous les appareils, que chaque année près de 700,000 tonnes de houille, fournissant 160,650,000 mètres cubes de gaz, y sont transformées dans cette usine, et cependant l'intervention directe de l'homme y est à peine visible.

Tels sont les fruits de l'action combinée de la science, de l'industrie et du capital; mais pour que la puissance de notre pays, au point de vue des forces productrices, reçoive son entier développement, ai-je besoin de dire que l'élément à perfectionner avant tous les autres, c'est l'homme lui-même, qui seul peut adapter à son usage les ressources que lui offre la nature ? Et ici, nous retrouvons l'action nécessaire de la science, l'éducatrice par excellence, qui tend sans cesse à améliorer moralement, intellectuellement, physiquement, l'être humain, qui rend aptes, même les intelligences moyennes, à trouver les applications de savantes découvertes, à poser dans des termes précis des problèmes que plus tard le génie résoudra. N'oublions pas qu'à notre pays plus qu'à tout autre s'impose l'obligation d'un vaste développement de l'instruction scientifique. Par des causes que nous n'avons pas à rechercher ici, depuis le commencement du siècle, l'accroissement de notre population est resté faible, relativement à celui des nations voisines. La diminution de force et d'influence, qui en est la conséquence, nous impose le devoir de travailler à rétablir l'équilibre en compensant l'infériorité du nombre par la qualité de l'individu.

La science, quelques services qu'elle nous rende au point de vue matériel, aura plus encore droit à notre reconnaissance sous ce rapport. Les habitudes que ses méthodes donnent à l'esprit exercent sur nous la plus heureuse influence. Celui qui a appris à former, à contrôler ses opinions par les méthodes de la science, est à l'abri de bien des erreurs, de bien des préjugés qui ne règnent que trop généralement encore. Si, instrument plus parfait, il acquiert une valeur physique plus grande intellectuellement, ses idées s'élargissent moralement, il arrive à reconnaître par les faits que la société tout entière profite de tout progrès réalisé par l'un de ses membres ; il cesse d'être jaloux du succès des autres, sachant bien que tous en auront leur part, directe ou indirecte.

Ne nous est-il pas permis d'entrevoir d'autres résultats encore de la diffusion des connaissances scientifiques ? Ne voyons-nous pas sur toute la surface de notre pays bien des forces inemployées, de trop nombreux membres de la société qui n'acquittent pas leur dette envers elle, parce qu'ils n'ont pas eu les moyens de s'y préparer, et qui, par cette cause, n'apportent pas leur part de travail à l'œuvre commune ?

Supposez un instant le goût d'une science quelconque inculqué à ces retardataires involontaires, à ceux surtout qui font partie de cette fraction de la société qui a le plus de loisirs et le plus de moyens de s'instruire, et calculez ce que l'activité imprimée à leurs facultés développera chez eux de force productrice, et ce qui pourra en résulter d'effet utile pour la bonne harmonie entre les différentes parties de la communauté. Car si l'influence sur ceux qui nous entourent est à la condition de les aimer et de leur en donner les preuves, cette influence devient plus grande en proportion des services que nous pouvons leur rendre, grâce à notre instruction et à notre supériorité intellectuelle.

L'homme qui a acquis un capital ou qui l'a reçu de ses pères verra s'affaiblir, sinon disparaître, l'envie de ceux qui, près de lui, vivent de privations relatives au prix du plus rude labeur, s'il est capable de les aider dans leur travail par ses conseils, de rendre ce travail moins pénible et plus productif par l'introduction de méthodes et de machines nouvelles, de matières moins coûteuses.

N'est-ce pas là un des moyens d'arriver à ce qu'une partie de la société cesse de considérer l'autre comme composée d'étrangers, d'ennemis même ?

Je voudrais pouvoir montrer cette pacification par la science et le travail reliant tous les peuples par une féconde exploitation des ressources que la nature offre à chacun d'eux. Mais, hélas! le temps paraît aujourd'hui bien éloigné où il sera permis de rendre à un emploi utile tant de forces maintenant inutilisées, bien plus, appliquées à arrêter le progrès, à détruire celui déjà obtenu.

Les plus jeunes d'entre nous ne peuvent pas se flatter de voir luire l'heureux jour où les labeurs de la paix occuperont seuls les nations. Travaillons avec d'autant plus d'ardeur à amoindrir les maux qu'inflige aux nations civilisées le retour apparent à la barbarie dont nous sommes les tristes témoins. Et puisque le salut de la patrie exige que nos fils soient enlevés à leurs études, à leurs travaux, à l'époque de la vie où l'interruption en est le plus fâcheuse, ne négligeons aucun effort pour qu'avant ce moment ils soient dotés de plus de valeur intellectuelle, de plus d'énergie physique et morale, de plus d'initiative surtout.

Née d'hier, notre Société a déjà contribué à cette œuvre, elle a droit de compter sur l'avenir ; félicitons-nous du succès de nos premiers efforts. Ce que nous avons pu faire a trouvé sa récompense dans l'approbation de ceux qui peuvent le mieux nous juger. La présence près de moi de l'un des illustres secrétaires perpétuels de l'Académie des Sciences, l'adhésion que nous a donnée son éminent collègue, nous permettent d'affirmer que nous sommes devenus un centre commun d'action pour tous ceux qui veulent le progrès de la science.

Nous trouvons un témoignage non moins précieux de l'utilité de notre Société dans la faveur avec laquelle, dès sa création, elle a été appelée, accueillie par les plus grandes villes de France. L'affluence à nos sessions à Bordeaux, à Lyon, à Lille, non-seulement des maîtres de la science, de leurs jeunes collègues, mais de ceux que nous tenons tant à attirer à nous, les amis de la science qui vivent en dehors de la science, est venue montrer que nous répondons à d'heureuses aspirations, à un besoin réel.

Votre bienveillant empressement à vous réunir à nous aujourd'hui dit assez que le succès va croissant. Et, ce qui nous touche profondément et nous encourage, ici comme pour nos trois premières sessions, la bienvenue nous a été dite de tous côtés : membres du Comité local, membres du Conseil général du département et de l'Administration municipale, premier magistrat du département, nous avons à exprimer à tous notre reconnaissance pour leur énergique et persévérant concours.

Le succès obtenu ne doit être qu'une excitation à de nouveaux efforts, et, dans cette pensée, si je n'abuse pas de votre bienveillante attention, je vous demande la permission de vous soumettre encore quelques observations générales, qui se rattachent étroitement au sujet qui nous préoccupe et nous y ramèneront.

Nos pères, pour n'avoir pas su modifier leurs institutions, en les adaptant aux

besoins nouveaux de la société, les ont vues violemment renversées ; dans la lutte entre des partis qui ne cherchaient qu'à s'écraser l'un l'autre, tout ce qui s'était autrefois pondéré, équilibré, pouvoir royal, États provinciaux, parlements, noblesse, clergé séculier et régulier, jurandes, maîtrises, tout a disparu pour ne s'être pas transformé par degrés, adapté à des situations nouvelles.

Le vieil édifice ainsi détruit, qu'avons-nous fait depuis plus de quatre-vingts ans pour construire un édifice nouveau ? Rien, serait-on tenté de dire, à juger sur les apparences. La Convention, le Directoire, l'Empire, la Restauration, la Royauté constitutionnelle, la République, l'Empire de nouveau, puis la troisième République, nous donnent le spectacle douloureux d'une nation intelligente, éclairée, laborieuse, aimant surtout le calme nécessaire à ses pacifiques travaux, sans cesse convulsionnée et passant presque sans exception du désordre politique, suite d'une révolution violente, au despotisme, établi à son tour par la violence et l'oppression.

Quelle est la cause d'un mal si terrible et d'un retour si fréquent ? L'opinion publique a cru la trouver dans l'exagération de notre centralisation administrative. Après chacune de nos dernières commotions, un cri presque unanime a été poussé : Décentralisation ! expression du sentiment qu'un pouvoir central, sans l'appui et le contrôle de corps et d'institutions indépendants répandus sur toute la surface du pays, n'a point de racines assez étendues, assez profondes pour n'être pas exposé à être renversé par le premier ouragan imprévu.

Et cependant, à peine l'ordre matériel est-il rétabli que ce cri commence à faiblir, et que bientôt ceux-mêmes qui le poussaient, au lieu de restreindre l'action du pouvoir central, travaillent à l'étendre encore.

C'est que la loi ne crée pas ce qui n'existe pas ; c'est que, pour enlever des attributions au pouvoir central, il faut avoir à qui les donner ; c'est que le danger vient moins de l'exagération de la centralisation que de l'absence des contre-poids dont le gouvernement d'un pays ne peut se passer et qui seuls peuvent le soutenir quand il est ébranlé.

Le passé doit-il nous décourager ? Non, loin de là. Il faut un siècle au chêne pour arriver à la force, en faut-il moins à une nation pour réparer ses désastres, après une tempête qui a dénudé le sol, après des guerres fatales qui ont décimé la population, arrêté le travail, détruit tout ce qui se relevait.

Nous n'avons déjà rien à envier à nos voisins pour notre industrie, notre agriculture : l'économie a accumulé les fruits du travail.

Nous sommes moins avancés dans la reconstitution des centres indépendants d'action et d'influence locale : c'est qu'en effet ce progrès ne peut se réaliser qu'après les autres.

Nous avons cependant marché dans cette voie ; après de faibles essais, souvent malheureux, le progrès est venu, et, comme toujours, il avance d'un pas qui va s'accélérant.

De tous côtés, nous voyons se produire, se constituer l'association privée pour les buts les plus variés ; l'agglomération municipale, départementale, étend son action, et cela surtout, nous devons nous en féliciter, pour créer sur des bases solides tout ce qui touche à l'instruction.

C'est par l'accroissement de ces forces locales, et par cet accroissement seul,

que nous arriverons, non pas à la décentralisation gouvernementale, que nous regretterions tous, mais à la constitution des éléments de force qui lui sont nécessaires.

Consacrer ses efforts à multiplier, à fortifier ces centres locaux, c'est travailler à consolider notre gouvernement, quel qu'il soit, à nous mettre à l'abri du retour de ces révolutions qui, depuis le commencement du siècle, viennent presque périodiquement troubler profondément le pays.

Je n'aurai pas de contradicteur dans cette enceinte, si j'affirme que c'est surtout dans le développement des établissements d'instruction à tous les degrés, que se trouve le plus puissant moyen d'amélioration morale et matérielle, de consolidation de la société. Ce but ne sera atteint que par les efforts, les sacrifices locaux.

Ne cherchons pas, en effet, à mettre en lumière la part faite à la science dans la somme énorme des dépenses qui figurent à notre budget : elle est trop infime; et, grâce à nos désastres, on ne peut prévoir quand l'État pourra doter l'instruction publique des ressources qu'elle réclame.

Mais ce que font de modestes villes allemandes, pourquoi nos départements et nos villes ne le pourraient-ils pas?

Si Leipzig a dépensé quelques millions de francs pour s'assurer le concours même d'un seul professeur éminent, est-il impossible de suivre son exemple pour donner à la jeunesse d'un ou de plusieurs départements voisins les avantages d'une université non moins supérieure par l'éminence des professeurs que par l'excellence des moyens d'étude?

Je n'ai qu'à regarder près de moi pour être bien convaincu que, même dans des circonstances peu favorables, les hommes de talent et de cœur se trouveront toujours pour répondre à l'appel qui leur sera fait en faveur de la jeunesse studieuse. Mais le dévouement le plus absolu, la volonté la plus énergique, ne peuvent suppléer seuls au manque de ressources matérielles.

De nos jours, les études scientifiques, histoire, littérature, sciences naturelles, ont de grandes exigences. Bibliothèques, amphithéâtres, laboratoires, matières coûteuses, instruments nombreux et d'un prix élevé sont indispensables aux élèves pour apprendre, aux maîtres pour continuer leurs travaux : c'est en mettant sur une large échelle ces ressources à leur disposition que nous attirerons, que nous fixerons au milieu de nous les hommes éminents dans toutes les branches des connaissances humaines, et qu'ils trouveront à leur tour dans l'affluence de leurs auditeurs la rémunération matérielle qui, en assurant l'avenir de leur famille, leur donnera le repos d'esprit nécessaire au succès de leurs études.

Ai-je besoin de signaler les avantages que l'existence d'une telle université présentera au père de famille?

A l'âge où les entraînements sont le plus dangereux, son fils, pour achever ses études, n'aura plus à s'exposer aux tentations de la capitale du luxe et des plaisirs; il restera près de ceux qui le connaissent et qui l'aiment, retenu par la crainte de causer un chagrin à sa mère qu'il sentira près de lui, de perdre l'estime de ceux qui l'entourent, stimulé par le désir de marcher l'égal des compagnons de son enfance.

A défaut du concours que l'État ne peut donner, et qui d'ailleurs diminuerait,

s'il ne la détruisait, l'indépendance que nous devons rechercher, tout en acceptant sans réserve le contrôle que le gouvernement central a droit et devoir d'exercer, n'est-il pas possible, facile même, de trouver les ressources nécessaires pour une création si utile?

Pendant vingt ans, villes et départements ont rivalisé d'efforts pour ouvrir des voies nouvelles, créer des égoûts, amener des eaux abondantes et saines, ériger de somptueux édifices : à leur appel les capitaux ont afflué ; ils ne feraient pas défaut pour l'œuvre plus utile encore que nous signalons !

Nous avons eu les emprunts du travail ; nous avons subi, sans fléchir sous le poids, les gigantesques emprunts de la guerre et de la défaite ; pourquoi les modestes emprunts de l'instruction et de la science ne réussiraient-ils pas?

Il y a, Messieurs, dans cette voie, un bel exemple à donner. Vous l'avez compris avant nous : vos écoles d'enseignement supérieur, ce muséum que, dans votre bienveillance pour notre Société, vous avez voulu inaugurer le jour où vous nous accueillez dans vos murs, ne sont-ils pas le commencement de l'œuvre?

Nous savions bien, en acceptant l'invitation de cette belle ville, que tout ce qui peut servir à accroître les forces morales et matérielles de la France est sûr de trouver à Nantes une active sympathie.

Nous vous quitterons pleins de l'espoir que notre passage laissera des traces, et que l'association formée pour nous recevoir se transformera en associations durables, qui seules peuvent assurer des résultats sérieux.

Je déclare ouverte la quatrième session de l'Association française pour l'avancement des sciences.

M. LECHAT

Maire de Nantes.

Messieurs,

C'est un grand honneur pour moi, dont je sens tout le prix, et qui ne me laisse pas exempt d'émotion, que de souhaiter la bienvenue aux hôtes illustres qui se sont donné rendez-vous ici.

Il y a deux ans, sur nos instantes prières, mais avec un empressement qui a été le premier titre à notre gratitude envers elle, l'Association française pour l'avancement des sciences a décidé que sa quatrième session annuelle se tiendrait à Nantes.

Heureux nous sommes, ayant reçu votre promesse, d'être revenu à la tête de l'administration de la ville, pour en voir l'accomplissement désiré. (Marques d'approbation).

Est-ce avec raison, Messieurs, que vous avez arrêté votre choix sur Nantes?

Question prématurée, pourrait-on dire, à laquelle l'avenir seul peut répondre, puisque la réponse devra dépendre des résultats obtenus, de la légèreté ou de la profondeur de la trace que votre passage aura laissée.

Néanmoins, Messieurs, ou je me fais une grande illusion sur les aptitudes de

notre ville, ou dès à présent je puis vous exprimer que ce ne sera pas en vain, que vous lui aurez consacré une si bonne part de vos utiles loisirs.

Ce qui pour l'étranger caractérise la race bretonne, c'est son proverbial entêtement. Je n'entreprendrai pas de réformer ce jugement; il contient du vrai et du faux; plus de vrai, peut-être, si nous nous reportons au passé; plus de faux, certainement, si l'on demeure dans le présent. Mais, qu'importe, si émanant du même principe, et participant pour ainsi dire de la même essence, se trouvent, en compagnie de ce défaut dans l'esprit et le caractère breton, et cette application opiniâtre qui s'attache au sujet embrassé, et cette habitude méditative, que ne satisfait point un aperçu superficiel des choses, et cette persévérance calme, qui va sans effort jusqu'au bout du chemin commencé? Ne sont-ce pas là, Messieurs, les dispositions qui sont le plus propres à assurer le succès de votre œuvre?

Et si je n'hésite pas à m'exprimer ainsi sur le compte de mes concitoyens, ce n'est pas, croyez-le, et ils le savent bien, par besoin de leur administrer un éloge banal; c'est parce que je veux vous donner confiance en votre entreprise, en vous indiquant que vous êtes ici en terre fertile et que vous pouvez semer, avec le légitime espoir de récolter. (Applaudissements.)

Et quelle entreprise a, plus que la vôtre, mérité le succès? Quelle entreprise, en effet, fut plus utilement conçue, plus à propos commencée?

Pardonnez-moi, si je répète ce que d'autres ont dû dire avant moi : mais n'est-ce pas un sujet qui s'impose de lui-même, qui est commandé par la naturelle attente de cet auditoire, qui chaque année désormais sera le thème forcé de tout orateur, que l'appréciation de la pensée qui nous réunit ici.

Vous avez senti, tout en l'admirant, que cette centralisation intellectuelle de la capitale, qui attirait tout à elle, et tendait à ne rien laisser au dehors, contenait un risque dans son excès.

Quel contraste, en effet, si nos regards se portent tour à tour sur Paris et la province !

Que voyons-nous à Paris? Les maîtres, qui affluent; les idées, qui se pressent, se rencontrent, et sans cesse, à ce contact, se corrigent ou se complètent; les systèmes, qui se croisent ou se heurtent; la vérité, qui sans cesse jaillit de l'ardente controverse; le mouvement, la chaleur, la vie.

En province, n'ayons pas honte de l'avouer, peut-être serons-nous fiers ensuite de cet aveu, dans la comparaison que fera de lui-même un prochain avenir avec le passé, qui est le présent, aujourd'hui, en province, disons-le, d'un seul mot, bien différente est la réalité !

Non que les bons esprits, que même les esprits d'élite fassent défaut; et peut-être ressortira-t-il de ce congrès, pour notre grand encouragement, et au profit de l'avenir, que leur nombre est plus grand qu'on ne pense. Mais ce qui manque, c'est la puissante et féconde incitation que rien ne supplée.

Adoucir ce trop frappant contraste en communiquant à la province cette vie intellectuelle par les moyens qui l'ont développée et qui l'entretiennent à Paris, tel est le dessein éminemment utile que vous avez conçu; et, ne l'oublions pas, vous en avez commencé l'exécution au lendemain même de nos désastres, volant ainsi au secours de l'esprit français mis en péril par la défaite.

Hommage soit rendu à la fois à la hauteur de vos vues et à la promptitude de votre patriotisme. (Applaudissements.)

Je ne sais, Messieurs, si je m'abuse, mais il m'a semblé voir en germe dans le discours de notre cher et honoré président des projets complémentaires inspirés par la situation récemment faite, par les risques qu'elle contient, et la nécessité d'y faire face. Puissé-je ne pas m'être mépris!

Messieurs, la ville a voulu que des fêtes publiques marquassent ici le temps de votre séjour. Un dessein plus élevé que celui de procurer à la population un frivole amusement nous a guidés en cela. Si la venue des princes, des chefs d'État, a donné lieu d'ordinaire à des réjouissances, il nous a semblé que la science venant nous visiter dans la personne de tant de ses plus illustres représentants, français et étrangers, devait être accueillie par nous avec les marques d'une joie si bien justifiée, et par la qualité du visiteur, et par l'importance de la visite. (Bravos prolongés.)

Puissiez-vous, Messieurs, garder de la métropole bretonne une bonne impression et un bon souvenir.

Des villes plus importantes que la nôtre auront pu vous recevoir d'une façon plus digne de vous. Nulle part, j'en suis certain, vous n'aurez été plus vivement désirés, plus impatiemment attendus, plus sympathiquement accueillis.

Pour moi, je me souviendrai toujours, et non sans orgueil, que c'est sous mon administration que Nantes aura été visitée pour la première fois (laissez-moi espérer que ce ne sera pas la dernière) par l'Association française pour l'avancement des sciences.

M. OLLIER

Correspondant de l'Institut, ex-chirurgien en chef de l'Hôtel-Dieu de Lyon.

LA SESSION DE LILLE EN 1874.

Messieurs,

Arrivée à la quatrième année de son existence, notre Association peut déjà parler de son passé. Elle n'est plus à chercher sa voie; les incertitudes du début ont été remplacées par la satisfaction du succès, et quand vous avez eu l'an dernier à voter vos statuts et à modifier votre règlement, vous n'avez fait que confirmer, en y apportant quelques perfectionnements de détail, l'œuvre de vos premiers fondateurs. Votre but est toujours le même; il s'est accentué plus fortement encore par le vote qui lui a donné une nouvelle consécration, et, comme en 1872, l'article premier de vos statuts porte que l'Association se propose exclusivement de favoriser par tous les moyens en son pouvoir les progrès et la diffusion des sciences, au double point de vue du perfectionnement de la théorie pure et du développement des applications pratiques.

Tel est, en effet, le but élevé, patriotique, qu'elle s'est proposé au moment de sa fondation, au lendemain de nos désastres, et qu'elle a poursuivi avec un succès de plus en plus encourageant dans les trois années qui viennent de s'écouler. A Bor-

deaux d'abord, à Lyon ensuite, et à Lille en dernier lieu, elle a accompli son programme en acquérant à chaque session de nouveaux éléments de vitalité et de durée.

Nous ne touchons pas cependant notre but; nous en sommes loin encore. Il nous faudra beaucoup d'efforts, beaucoup de constance avant d'arriver, je ne dis pas à l'atteindre, mais à en approcher assez pour satisfaire notre légitime ambition. Quelque prospère que devienne notre Association, ses devoirs, ses besoins augmenteront avec sa prospérité même, et nous resterons toujours au dessous de notre tâche et surtout de nos désirs. Mais si, comme tout nous l'annonce, notre quatrième session nous fait faire un pas de plus vers la réalisation de nos espérances, nous pourrons être sans crainte pour notre avenir. Quatre consécrations successives dans quatre milieux différents, aussi éloignés les uns des autres que le permet l'étendue du territoire national, seront la meilleure preuve de l'utilité de notre œuvre et la justification la plus éclatante de notre entreprise.

Quoique également brillantes et fécondes pour la prospérité de notre Association, nos trois premières sessions n'ont pas eu absolument le même caractère. Il y a deux éléments principaux dans le succès d'une session. Il y a d'abord le milieu, qui change d'une ville à l'autre, qui impose certains sujets à l'attention de tous et imprime, par conséquent, une direction déterminée à certains ordres de travaux. Il y a, en second lieu, la masse flottante de l'Association qui nous arrive de tous les points du territoire et de l'étranger, et qui, en dehors de tout programme, nous apporte les travaux les plus variés et les plus imprévus.

A Lille, les travaux de cette dernière catégorie ont été très-nombreux; mais les questions locales suggérées ou déterminées par le milieu ont pris une telle importance qu'elles ont été le principal intérêt du congrès. Au point de vue de l'industrie, de l'agriculture et des études économiques, Lille offrait un attrait exceptionnel; et dans cette série de questions que soulevait nécessairement notre présence dans le chef-lieu du département le plus riche et le plus peuplé de France, trois avaient, au point de vue des applications directes de la science, un intérêt de premier ordre : la recherche et l'exploitation de la houille; la production et l'extraction du sucre; l'industrie textile.

L'exploitation de la houille, qui a plus que doublé la fortune d'une contrée déjà si riche par son sol, est la plus dangereuse des industries quand elle n'a pas la science pour guide, pour inspirateur et pour frein. Aujourd'hui surtout que les découvertes faciles sont finies, ce n'est qu'avec le concours des savants les plus expérimentés et d'après les indications les plus rigoureuses de la géologie qu'elle peut prospérer. L'industrie sucrière a tout autant besoin de la science pour simplifier ses opérations et lutter avec avantage contre la concurrence étrangère. L'industrie textile enfin ne peut se maintenir à son niveau qu'à l'aide de renouvellements incessants de son outillage et par l'adoption de procédés économiques que la science peut seule inspirer. Aussi avons-nous vu ces questions faire le sujet de nombreuses lectures en séance publique, donner lieu aux excursions les plus intéressantes, et absorber la plus grande partie du temps de certaines sections.

L'étude de ces questions locales a été très-instructive pour tous les membres de l'Association, étrangers à la contrée, qui ont assisté à la session de Lille; et, indépendamment des travaux spéciaux auxquels ils ont dû prendre part dans leurs

sections respectives, tous se sont félicités, au point de vue de leurs connaissances générales, de leur séjour dans l'ancienne capitale de la Flandre. Nous aimons à croire aussi que Lille aura, en retour, tiré quelque profit de la présence des savants des diverses spécialités que notre congrès avait attirés dans ses murs. Nos séances de section ont été remplies par leurs lectures ou animées par leurs discussions, et il est impossible qu'il ne se dégage pas de cet échange d'idées et d'opinions quelque donnée scientifique nouvelle, qui se traduira bientôt par un nouveau progrès dans l'industrie. C'est une des manières dont notre Association peut reconnaître l'hospitalité qui lui est offerte. Le contact des hommes que nos congrès rassemblent et mettent en rapport intime pendant quelques jours n'est pas seulement utile au point de vue de l'avancement de la science théorique, il ne peut qu'être fécond pour l'augmentation de la richesse qui a sa source dans la science appliquée.

Mais nous n'avons pas seulement rencontré à Lille des industriels intelligents, aimant la science par intérêt et l'appréciant en raison des bénéfices qu'elle leur procure, nous avons trouvé un milieu scientifique, encore peu nombreux sans doute, mais jeune, plein de zèle et d'activité, qui a son principal foyer dans la faculté des sciences et d'où sortiront, sans aucun doute, des travaux de plus en plus remarquables, si on lui fournit le moyen de les accomplir. La municipalité encourage de tout son pouvoir ce mouvement et le favorise par ses subventions ; elle construit des laboratoires ; elle multiplie les cours, développe l'enseignement de l'École de médecine et crée l'institut industriel du nord de la France. Et enfin, pour vous rappeler la pensée exprimée par M. Catel-Béghin, le maire de Lille, elle veut non-seulement faire de la science un moyen d'augmenter les bénéfices de l'industrie, mais encore encourager la science pour elle-même, en vue du rôle élevé qu'elle doit jouer dans les transformations sociales que l'avenir nous réserve.

C'est dans ces conditions que l'Association a tenu à Lille sa troisième session ; nous ne pouvions trouver un terrain mieux préparé, un milieu plus propice à nos travaux. Comment avons-nous profité de ces conditions favorables ? Le volume qui est entre vos mains vous a déjà permis d'apprécier ce que vous avez fait. Il est l'expression la plus fidèle et la plus complète de vos travaux et me dispensera, par cela même, de vous en parler longuement.

Ce beau livre, dont l'incendie de l'imprimerie Danel a retardé et failli compromettre l'apparition, est encore plus volumineux que ses aînés. Est-ce une qualité, est-ce un défaut? Il y a sans doute de l'un et de l'autre ; mais si vous voulez réprimer ce grossissement progressif, rien ne vous sera plus facile à l'avenir : vous n'aurez qu'à limiter l'espace accordé à chaque auteur, comme vous lui limitez par prudence, dans vos séances de section, le temps de la parole.

Vous y trouverez, indépendamment des travaux de section, dont quelques-uns ne figurent malheureusement que par l'énoncé de leur titre, une reproduction *in extenso* des communications faites en séance générale, des conférences et une description des différentes excursions qui ont coupé, par un délassement instructif, la série de vos séances.

Si vous le voulez bien, nous le parcourrons ensemble et nous jetterons un coup d'œil rapide sur les quatre groupes dont se compose notre association. Je me bornerai à vous remémorer les travaux les plus saillants, non pas pour les analyser et

encore moins pour les apprécier, le temps me manquerait et la compétence me ferait le plus souvent défaut, mais pour vous rappeler quelques-uns des noms qui ont jeté le plus d'éclat sur votre dernière session.

Dans le groupe des sciences mathématiques, les séances des première et deuxième sections ont été des mieux remplies. Des savants éminents, venus de l'étranger, ont pris part à ses travaux; il me suffira de vous citer les noms de MM. Sylvester, de Londres; Broch, de Christiania; Ricci, de Turin; Ibanez, de Madrid, pour rappeler combien a été brillante cette partie du congrès.

M. Sylvester vous a entretenu du losange du colonel Peaucellier, dont il avait été déjà question à Lyon l'année précédente, et vous a fait connaître les applications qu'on faisait, de l'autre côté du détroit, de la découverte de notre compatriote. M. Broch, dont j'aimerais à vous rappeler le nom, à cause de ses sympathies pour la France, s'il n'était pas en même temps un des savants les plus distingués de son pays, vous a présenté un travail des plus importants sur la représentatiou des nombres complexes. Quant aux généraux Ricci et Ibanez, ils vous ont entretenus des travaux géodésiques exécutés en Italie et en Espagne. Cette dernière communication a été d'autant plus remarquée qu'on la croyait impossible dans les circonstances critiques que traverse l'Espagne. M. le général Ibanez vous a donné, sur la triangulation qu'il fait exécuter et sur l'organisation du service qu'il dirige, les détails les plus intéressants, qui sont bien propres à nous faire regretter l'oubli dans lequel ont été tenus en France, depuis quelques années, les travaux géodésiques qui avaient été autrefois une des gloires de notre nation.

Les communications faites à cette section par nos compatriotes ont été très-nombreuses et très-importantes; il me suffira de vous citer les noms de MM. Mannheim, Catalan, Laussedat, Lemoine, Picquet, Marcel-Deprez. Leurs travaux ne sont pas susceptibles d'une analyse et surtout d'une appréciation de ma part; je puis à peine vous signaler celui de M. Marey sur les moyens d'économiser le travail moteur de l'homme et des animaux; et cependant l'idée de notre savant collègue peut se traduire bientôt par l'amélioration du sort d'un certain nombre d'hommes et par une économie précieuse dans le travail de nos bêtes de trait.

Les troisième et quatrième sections, appartenant au premier groupe, c'est-à-dire les sections de navigation, de génie civil et militaire, ont eu quelques séances pleines d'intérêt. La question du tunnel sous-marin entre la France et l'Angleterre a été posée dès 1750 par un de nos compatriotes, mais elle a été longtemps oubliée ou regardée comme un rêve chimérique. Elle préoccupe depuis quelques années les ingénieurs et les géologues les plus éminents, et elle a fait à Lille le sujet d'une importante communication de M. Bergeron. Cet infatigable ingénieur a cherché à démontrer que l'idée de MM. Hawkshaw et Thomé de Gamond était non-seulement réalisable, mais qu'elle serait encore une opération très-rémunératrice pour les capitaux que l'on y consacrerait. Cette communication a donné lieu à une discussion intéressante; les objections n'ont pas manqué; mais, malgré les failles annoncées par M. Gosselet et d'autres géologues, l'idée fait son chemin, et, les gouvernements intéressés ne s'opposant pas à sa réalisation, il y a tout lieu de croire que nous saurons bientôt si la couche de craie est continue et assez épaisse pour offrir toute sécurité à ceux qui tenteront ce voyage souterrain.

M. Bergeron ne s'est pas seulement occupé de cette importante question, il vous

a entretenus encore d'un nouveau système de voies ferrées, et vous a fait connaître un nouveau procédé de désensablement des ports de mer. Vous trouverez aussi dans le volume la communication de M. Giffard sur un wagon à suspension perfectionnée que vous avez pu expérimenter dans l'excursion d'Anzin ; celle de M. Lemoine sur un régulateur de pression par la vapeur, et enfin un mémoire de M. Fontaine sur un nouvel appareil de sauvetage, auquel de récents désastres donnaient un véritable intérêt d'actualité.

Indépendamment du tunnel sous-marin, d'autres questions locales ont été portées devant la section ; c'est M. Masquelez, ingénieur en chef des ponts et chaussées, qui s'est chargé d'en entretenir nos collègues. Son historique de l'agrandissement de Lille et sa lecture sur les distributions d'eau dans le Nord, les ont mis au courant des grands travaux exécutés sous la direction de cet habile ingénieur. Une excursion à Dunkerque, à laquelle ont pris part tous ceux qu'intéressent les entreprises du génie maritime, a eu pour but de visiter d'importants travaux en cours d'exécution : la construction d'un nouveau bassin à flot, intéressant surtout par l'écluse qui doit le mettre en communication avec la mer.

Le deuxième groupe de notre association n'a pas été moins actif que celui des sciences mathématiques. Dans la section de physique et de météorologie, j'ai d'abord à vous signaler les communications de nos invités étrangers. M. Van Ryssel-berghe, d'Ostende, vous a entretenus de ses observations sur les marées, qu'il a spécialement étudiées au point de vue météorologique ; il vous a ensuite montré son météorographe enregistreur, avec lequel il a pu faire ses nombreuses observations. Cet appareil ingénieux, simple, peu coûteux, permet d'enregistrer avec un seul burin les indications de tous les instruments usités en météorologie, et placés soit à proximité, soit à une grande distance de l'enregistreur.

M. Van der Mensbrugghe vous a fait ensuite une importante lecture sur la tension superficielle des liquides et ses rapports avec les théories de Laplace et de Gauss sur les actions capillaires.

Parmi nos compatriotes, j'aurai à vous rappeler des noms qui ont déjà brillé dans nos précédents congrès. MM. Cornu, Lallemand, Gariel, Marcel-Deprez, Mercadier, nous ont apporté, soit de nouveaux appareils pour la recherche et l'enseignement; soit des compléments de leurs études antérieures. M. Terquem vous a fait plusieurs communications sur son sujet de prédilection, l'acoustique, et nous a exposé les recherches qui lui ont valu une distinction au dernier concours des Sociétés savantes. M. Trannin nous a présenté le photomètre avec lequel il se propropose d'étudier les éléments constitutifs des sources lumineuses.

M. Alluard nous a entretenus de l'observatoire du Puy de Dôme, qu'on désirerait vous voir inaugurer l'an prochain, et M. Moritz, en vous faisant connaître les observatoires du Caucase, vous a exposé les conditions climatologiques de cette contrée, où de fréquents tremblements de terre peuvent donner lieu aux plus intéressantes observations. Un important mémoire de M. Grad, contenant une nouvelle théorie du mouvement des glaciers, a couronné les travaux de la section.

La section de chimie a eu à s'occuper de nombreuses questions. Tantôt elle s'est maintenue dans les régions de la science pure en étudiant ces grandes questions de synthèse qui sont la gloire de la chimie moderne. Tantôt elle s'est intéressée à des applications nouvelles à l'industrie, à l'hygiène et aux arts. Les

communications de M. Wurtz et de nos savants invités MM. Cannizzaro (de Rome), Henry (de Louvain), de MM. Grimaux, Silva, Friedel, Lalande et de plusieurs autres de nos collègues se rapportent à la première catégorie de ses travaux. L'importance de l'industrie du sucre et le rôle que jouent les réactions chimiques dans les manipulations qui ont pour but de retirer économiquement ce produit mettaient naturellement cette question au premier rang parmi celles qui avaient un intérêt local. C'est à cet ordre d'idées que se rapportent les communications de M. Viollette sur le sucrate de chlorure de potassium et celle de M. Pesier, qui a envisagé, dans son ensemble, la question de l'industrie sucrière au point de vue chimique.

A un autre genre d'application se rattache la communication de M. Kuhlmann sur les principes nuisibles qui peuvent se développer dans la combustion du gaz d'éclairage. Cette question d'hygiène avait un intérêt tout particulier au point de vue de l'éclairage du tunnel sous-marin, qui a été, vous le voyez, une des grandes préoccupations de la session. Heureusement qu'en nous signalant les dangers de certains produits (gaz nitreux, acide cyanhydrique) M. Kuhlmann nous en fait connaître l'origine et nous indique les moyens de nous en préserver.

Une autre question de chimie, celle des matières colorantes, a donné lieu à une lecture importante de M. Lauth, sur les couleurs dérivées de l'aniline. Faisant l'historique des couleurs de méthylaniline, notre collègue démontre que cette industrie est complétement française et que toutes les découvertes qui y ont trait ont été faites en France et par des chimistes français. Il proteste alors énergiquement contre la conduite déloyale de certains fabricants et savants étrangers, qui, non contents de s'en approprier les bénéfices, veulent encore nous en ravir l'honneur.

Le groupe des sciences naturelles s'est fait, comme toujours, la plus grosse part dans nos comptes rendus ; il absorbe la moitié du volume ; il est vrai de dire qu'il comprend cinq sections, et que les deux dernières, celles d'anthropologie et des sciences médicales, ont pu à peine, à Lille comme à Lyon, épuiser leurs ordres du jour. Je pourrais être tenté de m'y arrêter plus longtemps, non pas parce que ses travaux ont plus d'importance à mes yeux, mais parce que je serais un peu moins incompétent pour vous en parler. Je les passerai en revue cependant tout aussi rapidement, car mon but n'est pas de vous suppléer dans la lecture que vous vous drez certainement en faire, mais seulement de vous rappeler les principaux travaux et l'esprit général dans lequel ils ont été conçus.

Plus encore que la section de chimie, notre section de géologie a dû s'occuper de questions locales et s'attacher à l'étude des problèmes intéressant tout particulièrement le pays qui nous donnait l'hospitalité. La distribution des terrains houillers et la constitution des couches qui s'enfoncent sous la Manche devaient être, pour les membres du congrès, deux questions pleines d'intérêt et d'actualité ; aussi plusieurs communications ou discussions ont-elles eu pour but de les élucider.

Mais, au point de vue des travaux de cette section, les excursions ont au moins autant d'intérêt que les lectures ; c'est sur le terrain même et sous la direction de M. Ortlieb, secrétaire de la société de géologie du département du Nord, qu'on a pu faire les meilleures études et donner les plus saisissantes démonstrations ; aussi a-t-on multiplié les excursions et est-on allé étudier sur place le terrain crétacé à

Lezennes et à Bouvines, le tertiaire à Mons-en-Pévèle, et s'est-on transporté ensuite à Cassel pour se faire une idée plus complète encore de la constitution générale du bassin franco-belge.

Parmi les travaux que vos comptes rendus pourront vous permettre d'apprécier, je vous signalerai d'abord, à cause de leur importance et des vues nouvelles dont elles sont remplies, trois communications de M. Potier sur les terrains de transport, les failles de l'Artois, et la transgressivité du terrain houiller sur le terrain carbonifère. Je vous signalerai encore des études sur le terrain silurien de la Belgique et sur les terrains de la basse Belgique, que nous ont apportées MM. Malaise et Mourlon, nos savants invités. Je ne dois pas oublier la carte des mers du miocène moyen que M. de Mortillet a essayé de construire et qui a provoqué une discussion à laquelle ont pris part la plupart des membres de la section. Les communications de MM. Bayan, Piette, Barrois et Decocq sur les fossiles des différents terrains complètent la série des lectures faites à cette section.

En minéralogie, je signalerai à votre attention un mémoire de M. des Cloizeau, sur la durangite, dans lequel notre éminent collègue étudie les caractères optiques et cristallographiques de cette substance récemment découverte dans les sables stannifères de Durango, au Mexique, et enfin je vous rappellerai un travail de M. Guyerdet sur la composition microscopique des roches éruptives, qui me paraît surtout intéressant parce qu'il se rapporte à un genre d'études dans lequel nous nous sommes laissé distancer par l'Angleterre et l'Allemagne. Nous n'aurions pas dû oublier cependant que c'est en France que cette étude microscopique des roches a pris naissance et que les premiers noms qu'on rencontre dans cette voie que M. Sorby a si heureusement explorée sont deux noms français : Dolomieu et Fleuriau, de Bellevue. Il en est malheureusement de la pétrologie comme de beaucoup d'autres branches de la science : nous avons semé et, faute de persévérance ou manque d'un outillage suffisant, nous n'avons pas su récolter. Mais que nos jeunes minéralogistes suivent l'exemple de M. Guyerdet, et nous n'aurons pas longtemps à faire l'aveu de notre infériorité.

Parmi les travaux de botanique qui vous ont été présentés, quelques-uns se rapportent à des questions de physiologie végétale, tels que le mémoire de M. Garreau sur le protoplasma végétal, et celui de M. de Seynes sur la coloration des bactéries. Poursuivant des études entreprises dès 1837, M. Garreau suit le protoplasma dans les différentes cellules végétales. Il le considère comme formé par des matières protéiques vivantes, et constitué par des granules entourés d'une enveloppe hyaline et d'une substance plastique amorphe qui les enchaîne pour constituer la matière des courants et celle de l'utricule primordial doué du mouvement spontané. Dans le second travail, M. de Seynes fait voir que les bactéries empruntent leur coloration au milieu dans lequel elles vivent, et qu'elles agissent comme de vrais parasites lorsqu'elles se fixent sur les cellules vivantes, dont elles absorbent la partie aqueuse du protoplasma. Dans un autre ordre d'idées, je signalerai un mémoire de M. Landron sur la culture du *Madia* du Chili, et deux importants travaux du président de la section, M. Baillon, l'un sur la gousse de Chine (*Gymnocladus Chinensis*), et l'autre sur l'organogénie florale du *Cytinus hypocystis*. Toujours sur la brèche, le savant professeur de la Faculté de Paris donne à chaque session l'exemple de la plus féconde activité. Si son exemple était suivi, la section de botanique serait

certainement au premier rang, non-seulement par l'importance, mais encore par le nombre de ses travaux.

Les travaux de la section de zoologie ont été un peu plus nombreux. Ils ont porté sur des sujets variés; mais les plus importants se rattachent aux idées transformistes et aux théories darwiniennes. Poursuivant les études de Kowaleski sur les analogies embryologiques des tuniciers et des vertébrés inférieurs, M. Giard a communiqué au congrès un travail sur le développement des ascidies, dans lequel il adopte complétement et appuie sur de nouvelles recherches les idées du savant embryologiste russe. M. Carl Vogt, partisan des mêmes doctrines transformistes, a fait connaître ensuite les effets du parasitisme dans la série animale. Il vous montre des espèces primitivement éloignées les unes des autres, mais se rapprochant de plus en plus par le fait des dégradations successives que leur fait éprouver le parasitisme, et se rapprochant tellement à un moment donné que, sans le secours de l'embryologie, il serait impossible de les reconnaître. Les organes qui disparaissent d'abord sont ceux qui servaient à l'animal pour se procurer son existence, et dont il n'a plus besoin maintenant qu'il est fixé. On voit ensuite le système intestinal se simplifier de plus en plus, se rabougrir et même disparaître, l'endosmose suffisant à la nutrition. De ces études, l'éminent zoologiste conclut que l'adaptation prolongée à une cause restreinte mais prédominante efface graduellement les divergences de types et opère finalement, sinon leur union, du moins leur rapprochement à un tel point que les caractères distinctifs, même des grandes divisions du même animal, deviennent entièrement méconnaissables.

Dans un autre ordre d'idées, j'aurai à vous signaler une communication de M. Vaillant sur les écailles de la ligne latérale de certains poissons et sur la valeur de cet organe au point de vue de la classification. Citons encore un mémoire de M. Joannes Chatin sur l'helminthologie et trois notes de M. Sabatier sur les circonvolutions de l'hippocampe, sur l'organe godronné de la moule, et sur les effets de la piqûre du scorpion. Ces communications comptent parmi les plus intéressantes de la section, qui a eu encore à s'occuper de l'homologie du testicule et de l'ovaire, à propos d'une étude de M. Hallez sur l'organisation des tubulariées. Un travail de M. Toussaint sort du cadre des études précédentes; il s'agissait de déterminer à l'aide de la méthode graphique le mécanisme de la réjection dans la rumination. Cet ingénieux expérimentateur a démontré que la pression atmosphérique en était le principal agent.

La section d'anthropologie est une de celles qui présentent toujours le plus d'intérêt, à cause de la nouveauté et de l'importance des questions qui y sont discutées. Née d'hier, à peine dégagée de l'obscurité qui arrêtait ses premiers pas, cette science attire à elle une phalange de travailleurs zélés, qui l'enrichissent chaque année de leurs découvertes et vous en apportent les prémices. L'importance de toutes les questions qui se rattachent à l'origine de l'homme explique l'attrait que l'anthropologie exerce sur tous ceux que leurs études antérieures mettent en mesure de servir de près ou de loin à ses progrès. La moisson de cette année a été au moins aussi riche que celle des années précédentes, et elle a porté sur les divers points du vaste domaine que cette science se réserve d'exploiter.

Continuant les études ethnogéniques qu'il vous a présentées dans nos précé-

dentes sessions, M. Lagneau a, cette année, dirigé ses recherches sur les populations des départements du nord de la France, et retrouvé dans cette région, depuis l'âge de la pierre polie, des preuves persistantes du croisement incessant des races celtique et germanique qui l'habitent encore aujourd'hui. M. Chil y Naranjo vous a lu ensuite un intéressant travail sur la population des îles Canaries, dans laquelle il a retrouvé les descendants des anciens Guanches, que certains historiens prétendent avoir été complétement exterminés. Un travail ethnographique de la plus haute importance a été présenté par M. Broca, sur la répartition de la langue basque; il a donné lieu à une discussion des plus intéressantes sur les rapports des Basques avec les anciens Ibériens ; mais elle a surtout montré combien il était difficile, dans l'état actuel de nos connaissances, d'arriver à une solution satisfaisante de ce problème ethnogénique.

Je rapprocherai de ces études ethnologiques l'important travail que M. Bertillon a consacré à l'étude de la population du département du Nord. C'est un nouveau chapitre que ce savant statisticien ajoute à sa démographie de la France. Le département du Nord, qu'il a étudié sous toutes ses faces, offrait un intérêt spécial, parce qu'il est le centre d'une immigration incessante venant des pays voisins. Son étude lui a fourni matière à d'intéressantes considérations sur la natalité et la mortalité de cette population mélangée. M. Bertillon fait remarquer, à ce propos, que l'immigration incessante des peuples voisins a pour ce département de tout autres résultats que l'immigration des Européens en Amérique. Il montre alors les inconvénients et les dangers politiques de l'immigration lorsqu'elle se fait par des individus qui n'ont ou n'auront longtemps que des intérêts temporaires dans le pays, et qui peuvent d'un jour à l'autre aller chercher fortune ailleurs.

Un grand nombre de travaux anatomiques ont été présentés à la section; je vous rappellerai celui de M. Assezat sur les proportions du squelette de la face; celui de MM. Augier et Julien sur les angles occipitaux et basilaires; celui de M. Topinard sur les proportions générales du bassin chez l'homme et les mammifères, et enfin celui de M. Hovelacque sur l'occipital. L'énumération de ces travaux et le nom de leurs auteurs vous donnent une idée de l'importance de cette série de recherches, dans laquelle nous devons faire entrer encore un mémoire de M. Dally sur la chevelure comme caractère des races humaines, et un travail de M. Pozzi sur les anomalies musculaires considérées au point de vue de l'anthropologie zoologique. Je regrette de n'avoir pas le temps d'analyser ces intéressants travaux, je regrette plus encore de ne pouvoir que vous citer celui de M. Broca sur l'indice orbitaire, mais le temps me manque et je préfère vous renvoyer au volume qui les contient.

Les études préhistoriques ont joué un grand rôle dans les travaux de la session. M. Dupont, de Belgique, M. de Mortillet, M. Hamy, M. de Quatrefages, M. Piette, sont, avec les noms que j'ai cités déjà, ceux qui ont pris la plus grande part à toutes ces questions, soit en les posant dans leurs communications, soit en les élucidant dans leurs discussions. Je ne vous parlerai que des mémoires de M. de Mortillet sur la non-existence d'un peuple des dolmens et sur l'âge de bronze, parce qu'ils me paraissent les plus susceptibles d'une analyse sommaire. Ce savant archéologue a démontré que le dolmen était un mode d'ensevelissement commun à toute une série de peuples. Il a, d'autre part, divisé l'âge de bronze en deux périodes distinctes : l'âge du fondeur et l'âge du chaudronnier. Ce n'est pas du pre-

mier coup qu'on est arrivé à connaître les divers modes de travailler et de façonner ce métal. Pendant longtemps on ne savait que le fondre et on ne lui donnait qu'une forme imparfaite et grossière; plus tard, après un temps peut-être très-long, on a pu modifier la forme primitive de l'objet coulé, le perfectionner, l'orner et le ciseler. Le mémoire de M. de Mortillet n'indique qu'une première division dans cette époque préhistorique; il est probable qu'on pourra saisir plus tard les progrès successifs de cette industrie par une étude plus approfondie des nombreux spécimens que les collections possèdent déjà. Un intéressant mémoire sur la cuiller, par M. Piette, suit cet instrument dans ses diverses modifications, depuis l'âge du renne jusqu'aux époques historiques. Une planche placée à la fin du volume représente la cuiller en bois de renne des âges primitifs.

Dans un autre ordre d'idées, je dois vous signaler un travail étendu de M. Girard de Rialle sur l'anthropophagie. Jusqu'ici, on avait expliqué cette habitude barbare par le besoin, par la faim, et l'on s'appuyait sur quelques faits observés encore de nos jours en Océanie, et sur la disparition du cannibalisme de certaines îles dès que leurs habitants trouvaient une nourriture assurée dans l'accroissement de leur faune. M. Girard de Rialle combat cette opinion, et, après avoir longuement étudié les conditions dans lesquelles ont vécu les anthropophages sur lesquels on a pu avoir des renseignements positifs, il admet que l'anthropophagie n'a été observée que chez les peuples qui ont déjà un premier degré de culture, et il en trouve les principales raisons, non pas dans la faim, mais dans la haine ou l'esprit de vengeance.

Il me reste à vous entretenir d'une des communications les plus intéressantes du congrès : je veux parler de la découverte des crânes perforés, faite dans les dolmens de la Lozère, par M. Prunières de Marvejols. Cette découverte a étonné beaucoup les chirurgiens, qui ne croyaient pas que la trépanation eût une si haute antiquité. Il n'y a pas à en douter cependant; les spécimens si nombreux qu'a présentés M. Prunières démontrent même que ce n'était pas là une opération exceptionnelle, puisque cet infatigable chercheur a rencontré une cinquantaine de crânes ainsi mutilés. A l'aspect des bords de l'ouverture on reconnaît qu'il s'agit d'une opération faite sur le vivant et longtemps avant la mort; on voit même qu'elle n'a pas été pratiquée pour des fractures du crâne, comme nous le faisons surtout aujourd'hui. M. Prunières et ses collègues de la section d'anthropologie ont cherché à en expliquer le but. Mais là nous entrons dans le champ des hypothèses, et rien ne peut nous démontrer exactement s'il s'agit d'une initiation religieuse ou d'une opération dirigée contre quelque maladie, comme certains sauvages de la mer du Sud le pratiquent encore de nos jours.

La section des sciences médicales avait des ordres du jour tellement chargés que le bureau s'était un instant demandé s'il ne serait pas nécessaire de la diviser en deux sous-sections pour lui permettre d'arriver au terme de ses travaux dans les limites qui lui étaient fixées. Les communications qui ont été faites à cette section peuvent être réparties en trois groupes : anatomie et physiologie, médecine, chirurgie.

Dans la première catégorie rentre d'abord l'important travail de M. Donders, d'Utrecht, sur les échanges de gaz dans les poumons et les tissus. Il aborde devant vous un des plus difficiles problèmes de la physiologie, et, s'appuyant sur les expé-

riences de M. Sainte-Claire Deville, il repousse à la fois la théorie chimique de Lavoisier et celle de Magnus, pour arriver à formuler une nouvelle théorie : la théorie de la dissociation. Etudiant comparativement les échanges de gaz dans le sang et les tissus, il trouve dans le premier cas une dissociation réversible, et dans le second une dissociation non réversible. L'oxygène passe de l'hémoglobine des corpuscules dans le plasma ; il peut être chassé des globules par un courant d'hydrogène ; mais, une fois combiné avec le plasma, le courant d'hydrogène n'a plus d'action sur lui ; il s'y est fixé en entrant dans les combinaisons stables. Cette application à la physiologie des faits découverts par l'éminent chimiste de l'École normale est sans contredit un des travaux les plus intéressants de la session.

Je vous signalerai ensuite les recherches de MM. Arloing et Tripier sur la sensibilité récurrente, recherches expérimentales et cliniques qui nous donnent la clef de beaucoup de questions obscures jusqu'ici et permettent de formuler rationnellement les indications de la névrotomie. Ces recherches ont valu à leurs auteurs le prix de physiologie expérimentale au dernier concours de l'Institut. Un mémoire de M. de Sinety sur la physiologie de la glande mammaire et de la lactation a vivement intéressé la section. Vous y trouverez la description des caractères anatomiques de la stéatose hépatique que produit la grossesse, et l'exposé de diverses expériences qui prouvent que c'est la mamelle qui produit le sucre, tant celui qu'on trouve dans le lait lui-même que celui qui, dans certaines conditions, donne lieu à une glycosurie momentanée.

Parmi les travaux purement anatomiques, je citerai celui de M. Marc Sée sur les muscles papillaires du cœur, et dans lequel, s'appuyant uniquement sur les dispositions des fibres musculaires, cet habile anatomiste cherche à combattre la théorie généralement admise sur le rôle des valvules. Dans la discussion qui a suivi cette lecture, M. Chauveau a réclamé contre le principe de la théorie de M. Sée et opposé à ses déductions anatomiques les faits expérimentaux qu'il avait constatés lui-même.

Le travail de M. Chauveau sur la transmission de la tuberculose par le lait est une page nouvelle à ajouter aux belles recherches de notre collègue sur cet important sujet. Avec les recherches de M. Tripier sur le rachitisme, il forme le contingent que la pathologie expérimentale a apporté aux séances du congrès. Je dois encore vous signaler un travail du même genre et de la même provenance, car il est dû aussi à deux autres membres lyonnais de l'Association : celui de MM. Toussaint et Colrat, sur les souffles artériels. Tous ces travaux d'expérimentation dénotent dans la section de médecine des tendances scientifiques sur lesquelles j'aimerais à insister un peu, mais qu'il me suffira de vous signaler pour vous donner une idée de l'esprit général du congrès.

La médecine proprement dite nous fournit un important travail de M. Leudet sur l'alcoolisme. Cette question, si intéressante au point de vue physiologique et si grave au point de vue social, a déjà été, de la part de notre savant collègue, l'objet d'études approfondies. Cette fois il suit l'alcoolisme dans un milieu où il se dissimule souvent, et il montre tous les dangers, au point de vue des fonctions cérébrales, de l'abus de l'alcool, quelle que soit la forme sous laquelle on l'absorbe, quelque variées que soient les préparations par lesquelles on cherche à pallier ses effets. Il montre alors combien sont dangereuses certaines habitudes sociales de la

classe aisée, et certaines nécessités professionnelles qui usent par l'alcool pris à doses faibles, mais souvent répétées, les constitutions les plus robustes.

L'École de médecine de Lille étend et élève de plus en plus son enseignement sous l'intelligente direction de M. Cazeneuve. Elle a pris une part importante aux travaux du congrès, soit par ses professeurs eux-mêmes, soit par ses anciens élèves. Les deux mémoires de M. Wannebrouck sur le siége et la nature de l'entérite pseudo-membraneuse et sur l'anatomie pathologique de la coqueluche, comptent parmi les plus intéressants travaux de médecine qui aient été lus au congrès. Je vous signalerai encore un travail de M. Perroud sur la phthisie des mariniers du Rhône, et un mémoire de M. Pellarin sur la propagation et la prophylaxie du choléra, dans lequel l'auteur revendique, à juste titre, la part qui lui revient dans les idées qui ont cours aujourd'hui sur cet important sujet.

La chirurgie a été l'objet de nombreuses communications qui ont donné lieu à d'intéressantes discussions. Une des tendances dominantes parmi les chirurgiens qui ont pris part à la session, et je puis dire parmi la plupart des chirurgiens de notre époque, c'est l'esprit conservateur en chirurgie, c'est-à-dire l'idée raisonnée de ne faire aucun sacrifice inutile et d'éviter toutes ces mutilations hâtives que l'ignorance des ressources réparatrices de la nature avait fait ériger en principe par certaines écoles de chirurgie. Cette idée paraît si simple, si nécessaire, que vous vous étonnerez peut-être qu'on vous la présente comme une des tendances louables de l'art contemporain. Elle est simple, en effet, mais elle n'est pas cependant comprise par tout le monde de la même manière; il y a même tant de manières de la comprendre que le mot de chirurgie conservatrice a été pris pour devise par des opérateurs qui ne différaient entre eux que par l'étendue de la partie qu'ils retranchaient. Mais, quel que soit le sens qu'on ait pu donner au mot, l'idée n'en est pas moins louable en principe et bienfaisante dans ses applications. C'est à cette idée que se rapportent les mémoires de M. Cuignet sur les blessures par armes de guerre, de M. Viennois sur l'expectation dans la coxalgie, et diverses communications sur les résections, parmi lesquelles je signalerai celle de M. Folet sur la résection du poignet.

Le mémoire de M. Giraldès sur l'extraction hâtive des parties nécrosées et destinées à être éliminées plus tard, rentre dans un autre ordre d'idées; c'est contre l'expectation excessive qu'il s'élève, et il a pour but de décider les chirurgiens à intervenir dans les cas où les plus sages et les plus prudents d'entre eux ont depuis longtemps pris le parti d'une abstention presque systématique. M. Verneuil a fait connaître à la section ses recherches sur une complication des plaies, passée inaperçue, malgré sa fréquence, ou du moins mal interprétée jusqu'à ce jour, je veux parler des névralgies intermittentes qui surviennent chez les blessés et qui sont indépendantes de tout travail phlegmasique appréciable. M. Verneuil les décrit sous le nom de *névralgies secondaires précoces*. M. Courty vous a communiqué un travail sur la rétroflexion de l'utérus, dans lequel il établit que cette affection, loin d'être toujours au-dessus des ressources de l'art, est au contraire souvent modifiée avantageusement par l'emploi des moyens mécaniques. M. Trélat vous a entretenus des angiomes douloureux et des phénomènes de compression des nerfs dans les fractures. M. Cazin, de Boulogne, en vous apportant un nouveau cas de succès d'opération césarienne, a démontré une fois de plus que les insuccès des chirurgiens des grandes villes ne devaient pas faire condamner cette opération.

MM. Parise et Houzé de l'Aulnoit ont dignement représenté la chirurgie lilloise et nous ont montré, soit dans leur service d'hôpital, soit aux séances de section, des cas chirurgicaux intéressants. D'autre part, MM. Gayet, Laroyenne et autres chirurgiens de Lyon, vous ont apporté le tribut de la chirurgie lyonnaise et montré, par la variété de leurs communications, que son activité s'étend sur toutes les branches de notre art. Parmi ces communications, celle de M. Favre, sur le traitement du daltonisme, complète l'intéressant travail présenté l'année précédente par le même auteur au Congrès de Lyon.

M. Seguin (de New-York), délégué de l'Association médicale américaine, nous a renouvelé la proposition qu'il nous avait déjà faite à Lyon, d'user de notre influence pour faire adopter l'unification internationale des moyens d'observation usités en médecine. Sa proposition a été écoutée avec la plus grande sympathie, mais au lieu de nommer une commission spéciale, notre section de médecine a préféré se donner rendez-vous, sur l'invitation de M. Warlomont, au congrès médical international de Bruxelles, qui doit avoir lieu le mois prochain. Nous reprendrons, du reste, cette question avec les nouveaux délégués que l'Association médicale américaine nous envoie cette année. Ils peuvent compter sur notre concours empressé. Notre décision de l'an dernier n'est pas une fin de non-recevoir. Les congrès médicaux internationaux sont une fondation française, et c'est par déférence pour nos collègues des autres nations que nous n'avons pas voulu travailler isolément à cette œuvre commune.

La section d'agronomie promettait d'être une des plus intéressantes du congrès, tant par l'importance des questions locales qui paraissaient devoir venir en discussion, que par le nombre des travaux de physiologie végétale qui devaient y être présentés. Cette section a tenu ce qu'elle avait promis.

La communication de M. Péligot, sur la composition de la betterave, fait connaître les expériences par lesquelles cet éminent chimiste a déterminé l'influence de différents sels, et en particulier des chlorures de potassium et de sodium, sur le rendement de ce végétal. Etudiant l'absorption de ces sels et les suivant dans les différentes parties de la plante, il montre qu'ils traversent la racine pour s'accumuler dans les feuilles, qui sont ainsi à la fois des organes de respiration et des appareils d'excrétion. Le mémoire de M. Landron sur les plantes saccharifères étudie les meilleures conditions pratiques pour augmenter le rendement du sucre, et empêcher la déchéance de cette industrie si importante pour le département du Nord. Des communications de M. Barral sur le guano, de M. Roussille sur la valeur agricole des phosphates fossiles, de M. Menier sur la pulvérisation au point de vue agricole, ont permis à la section de discuter les questions les plus intéressantes pour l'agriculture pratique.

D'importantes études relatives à la physiologie végétale ont été présentées à la section par MM. Dehérain et Corenwinder. Les recherches de M. Dehérain ont porté sur les problèmes fondamentaux de la physiologie et lui ont révélé une foule de faits intéressants sur la germination, la respiration des végétaux et l'action de l'azote dans la culture. Les expériences de M. Corenwinder se rapportent surtout à la production constante de l'acide carbonique par les feuilles, et à la recherche des causes qui ont pendant si longtemps fait établir un antagonisme entre la respiration des végétaux et celle des animaux. La réduction de l'oxygène par la

chlorophylle ne détruit pas la loi, mais explique l'erreur dans laquelle on était tombé jusqu'ici.

La section de géographie a commencé ses travaux par une communication de M. Negri sur la Birmanie, ce pays encore à peu près vierge de l'influence européenne, et qui acquiert cependant pour nous une grande importance depuis notre installation en Cochinchine. M. Hureau de Villeneuve a insisté sur cette dernière considération et fait valoir les meilleurs arguments en faveur d'une étude plus complète de ce pays dont nous ne pouvons pas nous désintéresser. Des communications de M. l'abbé Durand sur le Brésil et le centre de l'Afrique font comprendre les services scientifiques que pourront rendre les missionnaires dans les pays lointains où ils ont pénétré depuis longtemps. C'est à cette section que M. Laussedat a présenté la carte des Gaules de M. Ehrard, qui est sans contredit l'un des plus beaux spécimens de la cartographie française.

Je termine cette revue, trop longue peut-être, malgré sa rapidité, par quelques mots sur notre dernière section, qui n'a pas été la moins intéressante ni la moins remplie. La section d'économie politique et de statistique s'est principalement occupée du rôle de l'impôt dans la production de la richesse, et, avec MM. Demongeot et Renaud, du régime général des chemins de fer et des rapports de l'État avec les grandes Compagnies. Ces deux communications ont donné lieu à d'importantes discussions auxquelles ont pris part, entre autres, MM. d'Eichthal, Le Hardi de Beaulieu, Levasseur, Alglave, c'est-à-dire les hommes les plus propres à éclairer les questions en litige. La théorie hardie de M. Menier relativement à l'impôt sur le capital a eu plus d'un partisan, mais les divergences de ceux qui préconisent cet impôt sont telles que ses adversaires n'ont pas encore paru prendre l'alarme. Quant à la question des chemins de fer, traitée avec tant d'autorité et de talent par M. Demongeot, les inconvénients de l'organisation actuelle doivent d'autant moins nous faire oublier ses avantages que les nations étrangères les plus opposées jusqu'ici au monopole des grandes Compagnies, tendent peu à peu à se rapprocher du système qui nous régit et qui, malgré l'abus du monopole, a grandement contribué à la richesse nationale.

Indépendamment des excursions spéciales auxquelles ont pris part les diverses sections, l'Association à fait trois excursions générales; l'une à Boulogne et à Wimereux, l'autre à Roubaix et à Tourcoing, la troisième à Anzin et à Denain. Partout nous avons eu les réceptions les plus cordiales et les plus flatteuses. A Boulogne, vous avez pu visiter la fabrique de plumes métalliques, ou vous rendre à Wimereux et constater les progrès et les besoins du laboratoire de zoologie dont M. Giard et ses élèves vous avaient déjà apporté les premiers fruits. A Roubaix, vous avez parcouru, grâce à la bienveillance de la municipalité, les grands établissements industriels de cette laborieuse et progressive cité. A Anzin, vous avez pu vous faire une idée de l'industrie exploitée par la grande Compagnie qui possède les plus riches houillères du nord de la France; et vous avez eu l'occasion, en buvant à la santé de son président, au nom duquel l'hospitalité vous était offerte, de faire éclater par vos applaudissements enthousiastes vos sentiments pour l'illustre patriote sous le gouvernement duquel votre Association avait pu librement se fonder et organiser sa première session.

Les conférences que vous avez entendues à Lille ont été tout particulièrement

instructives et intéressantes. Les sujets avaient été bien choisis, et les conférenciers mieux choisis encore. En vous parlant du passage de Vénus et de la grande entreprise scientifique à laquelle la France tenait à honneur de ne pas rester étrangère, M. Faye vous a fait une exposition si claire et si pittoresque de l'état de la question que les personnes les plus étrangères aux sciences mathématiques ont pu suivre sans effort la démonstration de cet éminent astronome.

Dans une autre conférence, M. Tissandier vous a ouvert les horizons du monde aérien en vous faisant assister par ses projections habilement dirigées à des spectacles grandioses qu'il est toujours dangereux d'affronter. Il vous a exposé les nouvelles ressources qu'allait procurer aux aéronautes l'application des travaux de M. Bert sur les pressions atmosphériques, en vous faisant espérer des découvertes prochaines, puisqu'on avait dorénavant le moyen de vivre là où jusqu'ici l'on n'avait pu respirer. Hélas! en entendant la parole attachante de ce courageux explorateur de l'air, nul de nous ne pouvait prévoir l'horrible catastrophe qui, quelques mois après, a coûté la vie à Sivel et à Crocé-Spinelli, et qui a failli faire trois victimes. Vous êtes encore sous le coup de l'émotion profonde qu'a causée partout cette ascension douloureusement célèbre; mais l'Association devait en passant un hommage sympathique à ces martyrs de la science.

Une troisième conférence, destinée particulièrement à faire connaître aux officiers de la garnison de Lille les avantages de la télégraphie optique dans les opérations de la guerre, a été pour M. Laussedat l'occasion de donner la démonstration de l'utilité pratique de son invention. Bien que le champ d'expérimentation fût limité, l'Assemblée s'est convaincue que la correspondance pouvait être clairement établie par les signaux lumineux.

Ces conférences sont du reste reproduites *in extenso* dans le volume, et ce serait leur enlever leur charme que de chercher à vous les résumer.

Dans ce résumé rapide de votre dernière session, j'ai à peine pu faire l'énumération de vos travaux, et vous auriez le droit de me reprocher beaucoup d'omissions; mais j'ai craint d'abuser de vos instants en prenant à tâche de vous rappeler des faits que vous n'avez point oubliés. J'ai hâte, du reste, et en cela je crois être l'interprète fidèle de vos sentiments, d'adresser à la ville de Lille, à sa municipalité, au conseil général du département du Nord, au comité local et à son digne président, nos plus sincères remerciements. Notre éminent président, M. Wurtz, l'avait déjà fait en termes chaleureux à la fin du banquet qui nous a réunis une dernière fois; j'y reviens aujourd'hui encore et je remercie en votre nom tous ceux qui ont préparé et organisé cette magnifique session. Nous devons d'autant plus les remercier que la clôture du congrès n'a pas été la limite de leurs sympathies pour l'Association.

Non-seulement Lille vous a envoyé une somme importante pour la publication du volume qui vient de vous être distribué, mais chacun de vous a reçu une médaille commémorative, due à la munificence du comité local qui a voulu perpétuer le souvenir de votre troisième session. Elle a fait plus encore: elle a jeté les fondements d'une bibliothèque scientifique destinée à réunir les ouvrages de spécification nécessaires à l'étude et qui sont le complément indispensable de tout musée, de toute collection. C'est là le premier symptôme du mouvement que votre passage a suscité, et nous espérons que ce ne sera pas le dernier. Partout, en effet,

où vous avez passé, vous avez laissé le germe d'une agitation féconde. L'esprit public ne se transforme pas en un jour; mais, sous votre impulsion, il s'agite, se réveille et se prend à aimer ce qu'il avait regardé jusqu'alors avec indifférence.

La session de Bordeaux a été, pour cette intelligente cité, le signal d'un mouvement scientifique qui s'accroîtra de plus en plus. Au lendemain du congrès, les membres locaux se sont constitués en branche distincte, mais toujours et de plus en plus unie au tronc de votre Association. Ils ont, de plus, fondé une Société de géographie commerciale qui a, pour ses débuts, obtenu une récompense au concours des sciences géographiques qui vient d'avoir lieu à Paris. Tout récemment encore, notre président recevait de cette Société une lettre dans laquelle on lui disait: « Je suis heureux de reconnaître que notre ville sait aujourd'hui rendre justice à la science, grâce surtout au congrès de 1872, qui a donné à l'esprit public un élan qui ne s'arrêtera plus. »

La session lyonnaise n'a pas laissé sur les bords du Rhône des racines moins vivantes ni moins fécondes, et si vos membres lyonnais ne se sont pas constitués en groupe distinct, ç'a été pour ne pas trop multiplier les sociétés dont le nombre surabonde à Lyon. Lyon est un centre scientifique déjà ancien, qui possède des sociétés presque aussi nombreuses que les sections de notre Association. Il y a des sociétés générales et des sociétés spéciales; tous les travaux peuvent trouver à s'y produire devant un auditoire compétent. Les hommes qui en font partie n'auraient aucun avantage à relâcher leurs anciens liens pour en former de nouveaux; la création d'une branche permanente de notre Association eût pu changer sans profit leurs habitudes de travail.

Nous avons préféré garder notre ancienne organisation et réserver pour la session annuelle les travaux faits à votre intention. Nous nous sommes rendus à Lille en grand nombre; nous sommes plus nombreux encore à Nantes cette année. L'activité de nos collègues n'a pas eu besoin d'être excitée par de nouveaux liens; leur zèle ne s'est pas ralenti, et pour ne citer que leur contribution à la section des sciences médicales, je vous rappellerai que dans notre dernier congrès, sur quarante mémoires présentés à la section, dix, et sur ce nombre plusieurs très-importants, sont dus aux membres lyonnais de l'Association.

Mais si nous n'avons pas fondé de branche permanente à Lyon, plusieurs sociétés ont reçu une nouvelle impulsion sous l'influence de quelques membres dévoués de l'Association. La Société des amis des sciences s'est définitivement constituée, et en enchérissant chaque jour le musée d'histoire naturelle dont vous avez pu vous-mêmes apprécier l'importance, elle a continué, sous l'impulsion de MM. Lortet et Chantre, les excursions exploratrices que vous aviez inaugurées à Solutré; ainsi, tout en ayant conservé son autonomie, cette jeune Société est en quelque sorte une émanation de votre Association et vit de votre esprit.

Après vous avoir rappelé ce que vous avez fait à Lille, je dois à présent vous entretenir de ce qui a intéressé votre Association depuis sa dernière session, et vous dire comment votre conseil d'administration s'est acquitté du mandat que vous lui avez confié.

Je vous ai, chemin faisant, signalé les récompenses qu'avaient obtenues plusieurs de nos collègues pour les travaux présentés à la dernière session. Permettez-moi de revenir ici sur ce sujet; c'est la partie la plus agréable de mon rôle de

rapporteur, et je n'ai pas craint, en m'y arrêtant un peu, de fatiguer votre bienveillante attention.

Cette année a été heureuse pour les membres de notre Association; jamais ils n'avaient remporté tant de couronnes et obtenu de si belles récompenses. Dans les deux distributions de prix qui ont eu lieu à l'Institut depuis notre dernière session, ils ont eu la meilleure part. Au mois de décembre dernier, alors qu'ont été distribués les prix pour 1872 et 1873, quatorze de nos collègues ont été récompensés, et la plupart ont obtenu des prix de première importance.

Au concours de 1872, M. Mascart a obtenu le grand prix des sciences mathématiques pour ses travaux sur la lumière; M. Mannheim le prix Poncelet pour l'ensemble de ses travaux géométriques; M. Jungfleisch le prix Jecker pour ses recherches sur les benzines chlorées et sur l'acide tartrique; M. Maxime Cornu le prix Demazières pour ses travaux de botanique.

Au concours de 1873, M. Aimé Girard ouvre la série en remportant le prix Jecker pour sa découverte de l'acide picramique. Puis vient M. Friedel, qui obtient le prix Lacaze pour ses travaux chimiques; M. Alp. Milne Edwards remporte le prix Bordin; M. Pouchet le prix de physiologie expérimentale; et M. Marey, avec le prix Lacaze pour la physiologie, clôt cette brillante série.

Au concours de 1874, la moisson n'est pas moins belle, et nous retrouvons même des noms déjà couronnés six mois auparavant. M. de Seynes remplace M. Maxime Cornu pour le prix Demazières. M. le colonel Peaucellier a le prix Monthyon (mécanique), pour la découverte de son losange articulé. M. Dieulafoy obtient aussi un prix Monthyon pour la découverte de son aspirateur. MM. Arloing et Tripier reçoivent pour récompense de leurs travaux sur la sensibilité récurrente le prix Monthyon de physiologie expérimentale. M. Sabatier obtient le même prix pour ses recherches sur le cœur dans la série des vertébrés, mais sans le partager avec nos autres collègues, car l'Institut, pour ne pas diminuer la valeur honorifique de cette récompense si recherchée, n'a pas voulu partager le prix traditionnel, mais a créé pour la circonstance deux prix d'égale valeur.

Je vous rappellerai encore que MM. Oré et Letiévant ont obtenu une mention au concours de médecine et de chirurgie; le premier (1874), pour ses injections de chroral dans les veines, le second (1875), pour son livre sur les sections nerveuses; que des encouragements ont été accordés à M. Hureau de Villeneuve pour son mémoire sur la théorie mathématique du vol des oiseaux; à M. Lecocq de Boisbaudran pour ses expériences sur l'analyse spectrale; à M. Max. Cornu pour ses recherches sur la fécondation des champignons; à M. J. Chatin pour ses études sur les valérianées; à M. Van Tieghem pour ses travaux sur les mucorinées, et à M. Ch. Pellarin pour ses persévérantes recherches sur l'origine et le mode de propagation du choléra.

Mais ce n'est pas seulement à l'Institut que les membres de notre Association ont reçu la récompense de leurs travaux. Ils ont également brillé au concours des Sociétés savantes qui a eu lieu à la Sorbonne, le 10 avril dernier. Six d'entre eux ont eu des récompenses. Nos collègues de Lille, dont j'ai eu déjà occasion de vous rappeler la part qu'ils ont prise à notre dernier congrès, MM. Gosselet et Terquem, ont été parmi les lauréats: M. Gosselet a obtenu une médaille d'or pour ses recherches de géologie, et M. Terquem une médaille d'argent pour ses travaux

sur l'acoustique. MM. Cazalis de Fondouce et Lartet ont eu, pour leurs recherches anthropologiques, une récompense du même ordre.

Et enfin, au même concours, MM. de Fromentel et Sabatier, déjà couronnés dans des concours précédents, ont eu les palmes d'officier d'Académie, comme complément de leurs récompenses antérieures.

Mais ce n'est pas tout encore, le congrès de géographie qui vient de se terminer à Paris a été pour plusieurs de nos membres de l'Association l'occasion de nouveaux succès. Un de nos plus éminents collègues, votre ancien secrétaire général, M. Levasseur, a obtenu une médaille de première classe; M. Ehrard, M. Bertillon, ont eu la même récompense. Je terminerai, enfin, en vous rappelant une distinction du même ordre qui doit vous toucher d'autant plus qu'elle s'adresse à une institution née de notre première session : c'est celle que le jury a décernée à la Société de géographie commerciale de Bordeaux.

Je m'arrête dans cette énumération et cependant je n'ai pas signalé toutes vos récompenses. Je ne vous ai rien dit de celles que la Société centrale d'agriculture et d'autres Sociétés encore ont accordées à plusieurs d'entre vous, mais j'en ai dit assez pour vous montrer comment les hommes qui prennent part à vos travaux sont jugés au dehors, et pour vous faire prévoir quels profits nos congrès retireront de la continuation de leurs concours.

Mais tout n'a pas été joie et succès pour l'Association dans l'année qui vient de s'écouler; elle a eu ses jours de deuil. Plusieurs de nos collègues qui, l'an dernier, avaient pris part à la session de Lille, ne reparaîtront plus au milieu de nous.

Parmi vos collègues les plus actifs, vous aviez remarqué MM. Bayan et Demongeot, l'un dans la section de géologie, l'autre dans la section d'économie politique.

M. Bayan, ingénieur des ponts-et-chaussées, géologue distingué, était un des membres les plus zélés de l'Association. Il avait pris part à nos divers congrès, et l'an dernier, malgré l'altération de sa santé, il avait voulu suivre jusque dans ses excursions les plus fatigantes, la section de géologie, dont il était un des membres les plus compétents.

M. Demongeot, maître des requêtes au conseil d'État, avait été, comme M. Bayan, un élève brillant de l'Ecole polytechnique; mais il avait laissé les carrières scientifiques pour l'étude du droit. Les questions de droit administratif l'avaient spécialement occupé. Il n'était pas seulement pour l'Association une des personnalités les plus éminentes de la section d'économie politique, il était aussi son conseil, et aurait pu devenir son appui, si les brillantes destinées que sa valeur lui promettait avaient pu s'accomplir.

Mais, Messieurs, s'il y a quelque chose qui puisse adoucir nos regrets, c'est le nombre et la valeur des recrues que nous avons faites cette année. Le Congrès qui va s'ouvrir commence sous les plus heureux auspices. Nantes sera au moins aussi brillant que l'ont été Lille, Lyon et Bordeaux. Que le comité local, que la municipalité, que le Conseil général de la Loire-Inférieure, reçoivent ici l'expression de notre gratitude. Nous les remercions du fond du cœur de tout ce qu'ils ont préparé pour le succès de notre quatrième session. Leur zèle à nous recevoir n'a eu d'égal que notre empressement à répondre à leur appel. Nous devons remercier aussi

M. le ministre de la Marine, qui, plein de sympathie pour le but patriotique que nous poursuivons, a mis gracieusement à notre disposition un navire de l'État pour notre excursion finale.

C'est dans cette session que vous allez pour la première fois appliquer le nouveau règlement que vous avez voté l'an dernier. Déjà il a porté ses fruits. Grâce au soin que vous avez pris de désigner d'avance vos présidents de section, nous aurons une session mieux préparée et des séances de sections plus également remplies. En divisant ainsi le travail de préparation de vos sessions futures, vous n'avez rien voulu laisser à l'imprévu; c'est là une mesure sage, prévoyante, dont vous aurez sans doute à vous féliciter de plus en plus.

Votre règlement avait été aussi modifié dans l'espérance d'obtenir ce que nous regardons comme indispensable pour notre avenir: la déclaration d'utilité publique. Nous attendons encore une circonstance favorable pour commencer les démarches que nous devons faire dans ce sens, mais nous avons lieu de croire que ce couronnement de notre œuvre ne nous sera pas refusé; notre quatrième session devant certainement ajouter un nouvel argument à ceux que nous pouvons déjà faire valoir.

Parmi les moyens qui peuvent servir à votre Association pour arriver à ses fins, il en est un dont votre Conseil d'administration a tout particulièrement à cœur de se servir : c'est l'encouragement des recherches scientifiques et des entreprises qui peuvent être utiles à la science. Malheureusement nos ressources sont limitées, malgré toutes les mesures destinées à rendre plus importante la part que vous destinez à cet usage. Votre Conseil aurait voulu répartir sur un plus grand nombre de travailleurs des sommes plus considérables que celles dont il disposait et que vos règlements défendaient de dépasser. Ne pouvant faire ce qu'il aurait voulu, il a tâché de distribuer le mieux possible ses encouragements; il a cherché à compenser la faiblesse de la semence par la fécondité du sol sur lequel il la répandait.

Il a distribué d'abord tout ce qu'il avait de disponible, une somme de cinq mille trois cent cinquante francs, qu'il a répartie de la manière suivante :

Il a accordé quinze cents francs à M. Velain, répétiteur à la Faculté des sciences de Paris, qui avait été attaché en qualité de naturaliste à l'expédition de l'île Saint-Paul, dirigée par M. le commandant Mouchez, pour l'observation du passage de Vénus. Vous connaissez tous les résultats scientifiques de cette expédition, que l'intrépidité et la persévérance de son chef a fait réussir malgré tous les obstacles. M. Velain en a profité pour étudier au point de vue de l'histoire naturelle l'île Saint-Paul et l'île d'Amsterdam, sa voisine, et en a rapporté de riches matériaux qu'il a déjà commencé de mettre à jour.

Deux mille francs ont été accordés à M. Giard, de Lille, pour l'installation et le fonctionnement du laboratoire de Wimereux, que vous avez visité l'an passé, et pour lequel vous regretterez certainement que votre conseil n'ait pas pu faire davantage.

Cinq cents francs à M. Gosselet, professeur à la Faculté des sciences de Lille, et président de la Société de géologie du département du Nord, pour la continuation de ses recherches géologiques.

Deux cents francs à M. Donnadieu, professeur au lycée de Lyon, pour la publica-

tion de ses recherches anatomiques et zoologiques sur les acariens du midi de la France.

Quatre cents francs à M. Leveau, de l'observatoire de Paris, pour ses calculs sur la marche des comètes. Ces calculs exigeant trois ans de travail, votre conseil espère pouvoir renouveler ses subventions et apporter à cette œuvre méritoire une aide plus efficace.

Deux cent cinquante francs à M. Trannin, licencié ès sciences de la Faculté de Lille, pour la construction d'un photomètre interférentiel.

Deux cents francs à la Société de navigation aérienne, comme contribution aux frais d'ascensions aérostatiques entreprises dans un but scientifique.

Après ces subventions, votre conseil n'avait plus la moindre somme disponible, et cependant il sentait la nécessité de faire davantage.

Un des membres de l'Association, qui venait de conquérir de nouveaux titres à la reconnaissance nationale en observant à Yokohama le passage de Vénus, M. Janssen, devait aller à Siam pour observer une éclipse totale de soleil. C'était une occasion nouvelle pour compléter des recherches qui ont valu à leur auteur un si grand renom et à la science française une si brillante page; mais l'argent manquait; les fonds accordés par l'Académie des sciences et le gouvernement étaient épuisés, et cette entreprise à la fois scientifique et nationale devenait irréalisable, si de nouveaux subsides n'étaient pas envoyés sans délai à notre éminent compatriote.

Votre conseil tenait à honneur d'y participer, mais la résistance de votre trésorier lui rappelait douloureusement son impuissance. Heureusement, Messieurs, il y a parmi vous des cœurs généreux qui font le plus noble usage de leur fortune; à peine ont-ils connu notre détresse qu'ils se sont fait un devoir de lui venir en aide.

Notre président, M. d'Eichthal, nous a envoyé 2000 francs; M. Bischoffsheim, une somme égale; M. Sieber, 1000 francs; et, grâce à cette triple donation, vous avez pu faire parvenir 5000 francs à M. Janssen.

M. Bischoffsheim a fait plus encore, il nous a envoyé une nouvelle somme de 2000 francs, pour aider M. Chapelas-Coulvier-Gravier à continuer ses recherches sur les étoiles filantes.

En remerciant chaleureusement ces généreux donateurs, votre conseil a cru être l'interprète de l'Association tout entière.

Pourquoi faut-il que partout et toujours nous trouvions les mêmes difficultés, les mêmes obstacles, lorsqu'il s'agit de ces entreprises qui font plus pour le véritable honneur d'une nation que ces folles tentatives des temps passés, où l'on allait chèrement acheter quelque gloire douteuse? Aujourd'hui, sans doute, la bonne volonté est partout : tout le monde comprend que c'est par les œuvres de la science et de la civilisation que nous devons maintenir notre rang dans le monde et retrouver la force que nous avons perdue. Mais il y a loin, malheureusement, des paroles aux actes, des espérances à leur réalisation. Les hommes les mieux intentionnés se retranchent derrière les nécessités que nos malheurs nous ont créées.

Et cependant, en présence des besoins croissants de la science, en présence surtout de l'inévitable nécessité de marcher avec la science et par la science, nous devons déplorer sans cesse l'étroitesse du terrain sur lequel on la fait se

mouvoir. Dans cette lutte pour la vie que les nations, comme les individus, sont obligés de soutenir chaque jour, à chaque instant, la question d'outillage ou d'armement est la première à résoudre. Si nous restons dans la lice avec l'outillage qui servait il y a près d'un siècle, nous nous trouverons en présence de nos concurrents, je ne voudrais pas dire de nos adversaires, comme des soldats armés de fusils à pierre devant des troupes munies des armes perfectionnées.

La lutte dans ces conditions n'est que plus méritoire, sans doute; elle fait le plus grand honneur à ceux qui jusqu'ici ont trouvé le moyen de vaincre malgré l'insuffisance de leur armement. Mais aujourd'hui, au point où nous en sommes, il ne s'agit pas de recueillir des applaudissements stériles. Pour la science comme pour la guerre, le temps des luttes chevaleresques est passé. Il ne faut pas rechercher l'honneur de la difficulté vaincue, mais la victoire, et nous devons à tout prix acquérir l'armement qui seul peut nous la donner.

La science sera notre guide et notre boussole dans cette lutte, où nous n'avons désappris de vaincre que parce que nous nous sommes endormis sur nos victoires d'autrefois.

Il s'agit donc de reprendre nos traditions et de nous laisser guider par cette traînée lumineuse que la fin du XVIII[e] siècle et le commencement du nôtre ont projetée sur notre horizon scientifique, et qui l'éclaire encore.

L'Association n'aurait-elle d'autre résultat que de réveiller ou d'entretenir en nous ce sentiment, qu'elle remplirait le rôle patriotique qu'ont visé ses fondateurs. Ils ont inscrit sur leur devise : Science et Patrie; ces deux mots sont tout notre programme, disent toute notre pensée; et en nous voyant aujourd'hui si cordialement accueillis dans la patriotique Bretagne, nous sommes heureux de sentir que le premier y est aussi bien compris que le second.

M. Georges MASSON

Trésorier

LES FINANCES DE L'ASSOCIATION

Messieurs,

Les revenus de l'Association française pour l'année 1874 se sont élevés à 37,126 fr. 42, qui se décomposent ainsi :

Reliquat de l'année 1873	270	02
Intérêts du capital placé	9488	»
Cotisations annuelles	21020	»
Vente de volumes	1500	»
Divers revenus	148	40
Versé par la ville de Lille à titre de subvention	4700	»
	37126	42

Nos dépenses ont atteint le chiffre de 34675 fr. 45, savoir :		
Impression du volume relatif à la session de Lyon.....	13117 »	
Impressions diverses.....	1381 30	
Frais de la session de Lille.....	2049 35	
Frais d'administration.....	9642 90	
Subventions votées par le Conseil.....	5350 »	
Reliquat d'exercices antérieurs.....	3134 90	
	34675 45	34675 45
Laissant un excédant de recettes de 2550 fr. 47 c.		
Sur cette somme, il doit être capitalisé, conformément à la décision de l'assemblée générale dernière.....		2266 83
Il reste à compte nouveau		184 14
Total égal		37126 42

CAPITAL

Le capital réalisé était, au 31 décembre 1873, de.....		165214 90
Quatre nouveaux membres fondateurs ont versé.....		2000 »
Solde de parts de fondation souscrites antérieurement.....		450 »
Vingt-quatre membres ont racheté leur cotisation pour.....		4800 »
La réserve statutaire a produit comme il vient d'être dit.....		2266 83
Le CAPITAL de l'Association est donc au total de.....		174731 73
Représentés par :		
10000 francs de rente 5 pour 100 ayant coûté	172544 37	
Mobilier et matériel.....	1977 »	
Solde en caisse.....	210 36	
Total	174731 73	

En résumé, Messieurs, les résultats financiers de l'exercice 1874 peuvent être considérés comme satisfaisants. Le nombre des membres de l'Association s'est augmenté d'une façon sensible; le capital s'est accru de 9000 francs environ. Enfin les revenus, qui n'étaient en 1870 que de 29515 francs, se sont élevés à 37126 francs, soit une augmentation de près de 8500 francs, due en grande partie à la libéralité de la ville de Lille, qui, après avoir donné à notre session de 1874 un éclat que vous n'avez pas oublié, a voulu contribuer encore aux dépenses qu'exigeait la publication de nos travaux.

Cet accroissement de nos ressources a permis de donner au budget des subventions scientifiques un développement important. Tandis qu'en 1872, vous consacriez à cet utile emploi une somme de 1300 francs; qu'en 1873, le chiffre en était de 1900 francs, nous avons pu en 1874, distribuer 5350 francs.

Grâce à la générosité de trois de nos membres fondateurs, la somme attribuée au même objet pour 1875 sera plus importante encore, puisque 7000 francs ont été déjà employés sans toucher à nos ressources normales, dont nous ne connaîtrons le montant exact qu'à la fin de l'exercice.

Nos recettes, d'ailleurs, ne sauraient manquer d'être élevées : depuis le commencement de 1875, 13 membres fondateurs nouveaux, et plus de 500 membres annuels se sont fait inscrire, parmi lesquels nous sommes heureux de souhaiter la bienvenue à 400 habitants de Nanes.

Comme l'an dernier, Messieurs, nous vous remercions du concours que vous nous avez prêté, et nous vous demandons de nous le continuer aussi large et aussi dévoué.

SÉANCE GÉNÉRALE

Du 20 août 1875

PRÉSIDENCE DE M. D'EICHTHAL

Dans cette séance, MM. Roussin, Lorieux et le Dr A. Moreau ont pris successivement la parole et présenté les communications suivantes :

M. ROUSSIN

Chef commissaire de la Marine, à Nantes.

LES DERNIÈRES EXPÉDITIONS AU POLE NORD, DE 1871 A 1874

EXTRAIT

M. Roussin donne lecture d'un travail qui a paru récemment dans la *Revue maritime* (1).

L'auteur rappelle, en débutant, quel fut l'objet des premières explorations dans les parages du cercle polaire arctique : il s'agissait de trouver, au nord du continent américain, une route navigable qui permît d'atteindre directement la mer des Indes. La recherche de ce passage du nord-ouest, ainsi qu'on le désignait, était encore l'objectif des navigateurs lorsqu'en 1845 sir John Franklin y conduisit *l'Erèbe* et la *Terreur*. Ceux qui retrouvèrent, quelques années après, les traces de cette malheureuse expédition, découvrirent le fameux passage, mais pour constater en même temps que les glaces le rendaient absolument impraticable. Les recherches se ralentirent à la suite de cet insuccès, mais bientôt d'autres circonstances vinrent réveiller le zèle des explorateurs. Les Américains Kane et Hayes en 1854, puis ce dernier en 1860, en remontant jusqu'au delà du 80e degré de latitude les détroits qui longent la côte occidentale du Groënland et font suite à la mer de Baffin vers le pôle, avaient entrevu, du point extrême de leurs reconnaissances, une vaste étendue de mer libre, peuplée d'une faune nombreuse, et sans limites apparentes dans la direction du nord. Ce n'était pas la première fois d'ailleurs que des faits semblables avaient été rap-

(1) Voir la *Revue maritime et coloniale* de juillet 1875.

portés. On admit dès lors comme probable qu'il devait exister, dans la région même du pôle, grâce à certaines conditions physiques où les courants devaient jouer le principal rôle, un bassin plus ou moins vaste, libre de glaces pendant une partie de l'année et peuplé, grâce à sa température relativement douce, d'une faune abondante et variée.

La période de 1860 à 1870 ne vit néanmoins se produire aucune tentative pour confirmer l'hypothèse en question. De nombreuses discussions eurent lieu sur le moyen d'atteindre cet Eden des régions boréales à travers la barrière des glaces qui en défendait les abords : on connaît les projets de Sherard Osborne, de Gustave Lambert, du géographe Petermann.

Les Américains reprirent, les premiers, les recherches actives. En 1871 le navigateur Hall, sur le *Polaris,* parvint, dans les détroits du nord de la mer de Baffin, à 40 milles au delà du point atteint par Hayes en 1860 : au lieu d'y trouver la mer libre, il ne put que constater le prolongement indéfini des détroits dans la même direction. La mort du chef de l'expédition en arrêta l'essor. Après deux hivernages, le personnel, laissant le navire enseveli dans les glaces, revint en canots sur la côte du Groënland, où il fut recueilli. Au début du second hivernage, la moitié environ de l'équipage, séparée du *Polaris* par un mouvement brusque des glaces, vécut pendant six mois sur la banquise et, entraînée par elle dans son mouvement vers le sud, accomplit sur ce radeau d'un nouveau genre, jusqu'à la côte du Labrador, le parcours incroyable de quatorze cents milles marins.

Il faut citer parmi les travaux importants de ces dernières années la somme de documents fournis par les pêcheurs norwégiens qui sillonnent chaque été les mers glaciales, et dont les observations sont recueillies par le professeur Mohn, de Christiania ; on leur doit notamment des notions précises sur la configuration de la Nouvelle-Zemble et sur la navigation dans la mer de Kara. Le gouvernement suédois organisait à son tour, en 1872, sous la direction scientifique du savant Nordenskiold, une exploration destinée à aborder la région du pôle par le méridien du Spitzberg, c'est-à-dire par la voie dite allemande ou de Petermann ; mais les deux navires suédois, le *Polhem* et le *Gladam,* emprisonnés par les froids subits d'un hiver rigoureux sur la côte nord du Spitzberg, durent rentrer au port, après une série de contre-temps, dès l'été de l'année suivante.

La plus remarquable des récentes expéditions, tant par les résultats obtenus que par les circonstances exceptionnelles qui l'ont signalée est celle des deux officiers autrichiens Weyprecht et Payer sur le *Tegetthoff.* Partis en juin 1872, les explorateurs virent quelques semaines après, leur navire enfermé dans la banquise, avec laquelle il

dériva tout l'hiver et l'été suivant, entraîné par sa prison flottante dans les parages inconnus au nord de la Nouvelle-Zemble. Un jour de l'automne de 1873, de hautes terres leur apparurent à l'horizon. La nuit polaire qui survint les empêcha de les reconnaître; fort heureusement le *Tegetthoff,* cessant de dériver, resta immobile tout l'hiver en vue de cette côte mystérieuse. Dès les premières lueurs du printemps, de hardies explorations à pied et en traîneaux leur permirent de visiter, entre le 80e et le 83e degré de latitude, un archipel et les côtes d'un grand continent. Ils plantèrent leur pavillon national sur ces terres absolument arides et glacées, auxquelles ils donnèrent le nom de leur souverain François-Joseph; puis, abandonnant leur navire, toujours enchâssé dans la banquise, ils gagnèrent en canots, au prix de mille efforts, les côtes de la Nouvelle-Zemble, où, en août 1874, ils furent recueillis.

La notice se termine par une discussion des résultats donnés par ces récents travaux. Elle constate que la croyance à la mer libre du pôle, telle qu'on la concevait il y a dix ou quinze années, est à peu près universellement abandonnée. Les faits signalés par les Américains Kane et Hayes, par le Russe Wrangell et quelques autres navigateurs ont été, ou bien démentis par les recherches ultérieures, ou mieux expliqués. Les dégagements de mer libre dans la région de la banquise éternelle se produisent souvent en été et persistent parfois pendant un certain nombre de jours; mais ils n'ont aucun caractère de permanence, occasionnés qu'ils sont par l'action variable des vents et des courants sur les glaces flottantes. De plus, les derniers observateurs n'ont-ils pas constaté que les vents du nord amenaient toujours et partout un grand abaissement de température, et les vents du sud un effet contraire? Ce fait ne saurait se concilier avec l'hypothèse d'une zone plus chaude que la région où se maintient la banquise, et qui existerait à quelques dixaines de lieues au nord de cette barrière. On doit donc s'arrêter aujourd'hui, en ce qui concerne la constitution de la calotte polaire, aux conclusions ci-après :

1° Il est impossible de rien conjecturer quant à l'étendue relative des mers et des continents de la calotte polaire, dont la surface inexplorée est encore considérable;

2° Il est excessivement probable que cette région est au moins aussi froide que la zone qui la précède.

Les explorations futures auront donc pour unique objectif les recherches scientifiques se rattachant à l'hydrographie, aux sciences météorologiques, physiques et naturelles. Ce programme est toutefois assez intéressant pour susciter de nouveaux efforts, et l'on ne saurait en douter, au moment où la nouvelle expédition anglaise, encore plus sérieusement organisée que les précédentes, vient de se mettre en route pour les régions polaires.

M. E. LORIEUX

Ingénieur des Mines.

LES RESSOURCES MINÉRALURGIQUES ET SALICOLES DE LA LOIRE-INFÉRIEURE

L'auteur de ce travail s'est proposé d'offrir aux membres du Congrès scientifique un compte rendu sommaire des principales ressources minéralurgiques du département qui a, cette année, l'honneur de les recevoir.

Il n'a eu dans ce but qu'à compléter par quelques considérations générales les renseignements qui lui sont demandés pour la statistique officielle, et qui comprennent : houille, ardoises, calcaire, granit, étain, plomb, fer, tourbe et sel. Il s'est étendu avec un peu plus de détails sur l'industrie des marais salants, dont les procédés et la population offrent dans la Loire-Inférieure un spécial intérêt.

Houille. — Le terrain carbonifère de la basse Loire, qui forme une bande orientée ouest 18° nord de 100 kilomètres environ de longueur sur une largeur variant de 0 à 2 kilomètres, est compris dans le département de la Loire-Inférieure sur la moitié environ de son développement. Il est limité du côté de l'ouest, à Languin, près Nort, par les schistes métamorphiques et les gneiss, se rétrécit aux Touches, s'élargit aux centres d'exploitation de Mouzeil et de Montrelais, traverse la Loire entre Ingrandes et Chalonnes, et se prolonge en Maine-et-Loire jusqu'à Doué. Il est encaissé au sud et au nord par des grès argileux verts ou rougeâtres qui, sans appartenir au même étage géologique, rappellent par leur aspect les grauwackes des bords du Rhin, puis par des schistes argileux tantôt très-durs et à feuillets très-ondulés, tantôt doux au toucher et friables, qui passent par des degrés insensibles de métamorphisme aux micaschistes appuyés sur le terrain granitique. Il appartient au terrain devonien, comme l'ont indiqué MM. Élie de Beaumont et Dufrénoy, dans la description de la carte géologique de France (1).

(1) L'auteur de la présente notice emprunte une partie de la description du terrain carbonifère à un de ses mémoires inséré au tome XI des *Annales des mines* avec une coupe détaillée des terrains des mines de houille de Montrelais due à leur habile directeur, M. Besset. Il avait envoyé à l'exposition universelle de 1867, avec le concours de M. le garde-mine Wolski, une carte géologique du terrain devonien de la Loire-Inférieure et une collection d'échantillons des roches du terrain carbonifère et des terrains encaissants. Cette carte, qui doit être revue dans ses détails avant d'être livrée à la publicité, complétera les indications générales de l'ébauche de carte géologique de la Loire-Inférieure remise en 1854 aux archives de la préfecture par M. Durochet, ingénieur en chef des mines, et de la carte géologique publiée en 1861 par M. Frédéric Cailliaud, directeur du Musée d'histoire naturelle

M. le docteur Bureau, de Nantes, professeur au Muséum de Paris, a distingué dans le terrain devonien de la Loire-Inférieure (1), trois niveaux de schistes argileux : le premier, qui repose sur le terrain métamorphique, avec ou sans quartzite intercalé, renferme les calcaires saccharoïdes de Bouzillé, de Liré et des Brûlis, et appartient par ses fossiles, tels que le *Pleurodictum problematicum*, le *Leptœna depressa*, etc., à l'étage inférieur du système devonien ; le second, qui contient le calcaire schisteux noir de l'Écochère, se rattache à l'étage moyen par ses fossiles, entre autres par le *Strigocephalus Burtini ;* enfin, le troisième semble appartenir à la base de l'étage supérieur, d'après les coquilles bivalves lisses qui y ont été trouvées en grand nombre dans le voisinage de la Loire. Si l'on ajoute que le grès argileux est en stratification concordante, et alterne plusieurs fois, d'une part avec les schistes argileux supérieurs, d'autre part avec les schistes et grès du terrain carbonifère ; qu'on y rencontre des *Terebratules cuboïdes, Pugnus,* etc., des troncs analogues au *Segenaria Weltheimiana,* beaucoup de fougères du genre *Sphenopteris* et peu de *Nevropteris* et de *Pecopteris,* on sera conduit à reconnaître, avec le savant professeur du Muséum, que le terrain combustible de la Loire-Inférieure appartient à l'étage supérieur du terrain devonien (2).

Tout le terrain à combustible et les terrains encaissants ont été redressés presque verticalement par l'éruption de porphyres quartzifères et d'amphibolites dont les mamelons affleurent dans le voisinage et qui sont évidemment postérieurs à ces terrains, puisqu'ils n'ont pas contribué à les former avec leurs débris. La direction générale des mamelons porphyriques est d'ailleurs en rapport avec celle du bassin et avec ses plissements, qui semblent moulés sur les porphyres.

A la base du terrain à combustible se trouve un poudingue grossier, composé de galets de grès argileux, de quartz hyalin laiteux, de quartz noir, de schiste noir micacé et de schiste verdâtre, probablement serpentineux. Ce poudingue, qui atteint 2,000 mètres de puissance au sud des mines de Montrelais, y reparaît en bande étroite au nord de la formation, disparaît aux mines de Mouzeil et des Touches, où les grès et les schistes houillers sont en contact immédiat avec le grès argileux, et à la mine de Languin où ils s'appuient directement sur les schistes métamorphiques et les gneiss. La réapparition de ces poudingues au sud et au nord du terrain carbonifère avait fait supposer qu'il avait été replié en fond de bateau ; mais, sauf les poudingues de la

(1) *Bulletin de la Société géologique*, tome XVII, pages 789 et suivantes.

(2) M. Raulin a fait connaître dans le terrain devonien, à Montrelais, un certain nombre de végétaux fossiles, parmi lesquels on peut citer les *Sphenopteris tenuifolia* et *Virletii*, le *Pecopteris aspera*, le *Sigillaria venosa*, le *Licopodites imbricatus*, le *Lepidodendron carinatum*, le *Stigmaria tuberculosa*, etc. (D'Orbigny, 1849, *Dictionnaire d'histoire naturelle*, terrain devonien.)

base, les bancs successifs et les veines de houille reconnus au sud ne paraissent pas se retrouver au nord; s'ils ont été repliés dans la profondeur, les revers ne viennent pas affleurer jusqu'à la surface, sauf en ce qui concerne les poudingues de la base. Les veines sont actuellement exploitées jusqu'à 350 mètres de profondeur et se maintiennent avec une inclinaison à peu près constante de 80 degrés vers le nord.

En traversant le bassin à combustible du nord au sud près de Montrelais, où il présente tout son développement, on rencontre, après les poudingues de la base, un banc de grès argileux compacte et verdâtre, de 40 à 50 mètres de puissance, un poudingue de 100 à 150 mètres à éléments moins grossiers alternant avec des schistes bruns argileux, un troisième poudingue de 600 mètres environ de puissance à noyau de grès feldspathique de la grosseur d'une noix, puis, sur plus d'un kilomètre, des bancs de grès micacé argileux verdâtre alternant avec des schistes argileux brun foncé ou vert clair parfois rubanés. Un banc de poudingue de 50 mètres de puissance, dont la roche amygdaloïde se compose de noyaux de quartz avec ciment siliceux fortement coloré en rouge par l'oxyde de fer, précède une série de grès et de schistes micacés noirs dans lesquels se trouvent intercalées les premières veinules de charbon situées au sud du puits Saint-Joseph de Montrelais.

Un banc de poudingue à gros noyaux quartzeux blanc, très-compacte, très-sonore et très-dur, forme la base de grès schisteux noirs très-micacés à empreintes végétales, d'une puissance d'environ 100 mètres, qui renferment les trois veines des Berthauderies à Montrelais, les veines du Bocage à Chalonnes. La veine dite de Machine, au nord de ce système, se trouve intercalée dans des poudingues intermédiaires. Puis on rencontre sur 80 mètres environ de puissance et avec une grande régularité d'allure, la roche caractéristique connue sous le nom de *pierre carrée,* qui contient les veines les plus importantes des exploitations de Maine-et-Loire. La *pierre carrée,* nommée ainsi parce qu'elle présente trois clivages sensiblement rectangulaires, est un grès feldspathique à grains fins, d'un gris jaunâtre, très-homogène et très-compacte, mais d'une faible dureté : elle renferme des empreintes végétales et même des troncs d'arbres fossiles.

Au nord de la *pierre carrée,* après des grès noirs à grains feldspathiques blancs et un banc de schistes noirs très-micacés, on rencontre une formation de 250 mètres environ de puissance composée d'une alternance de schistes noirs micacés et de grès d'un blanc laiteux à grains fins très-compactes, puis un banc de grès feldspathique à noyaux quartzeux allongés, puis des grès et schistes noirâtres avec bancs de *pierre carrée* intercalés qui comprennent les veines des Petits-Bois et de Saint-Ange exploitées autrefois à Montrelais par le puits de la

Peignerie et correspondant probablement au système des Noulis des mines de Chalonnes.

En s'avançant encore vers le nord, on rencontre sur 300 mètres environ de puissance une formation de grès et schistes à texture très-fine et à empreintes, avec veinules de houilles inexploitables, analogue au système du Bel-Air des mines de Chalonnes; puis un banc de poudingue à petits noyaux blancs, qui sert de base au système de la Grande-Veine, de la veine de la Taupe et de la veine des Plantes, compris dans des schistes et grès jaunâtres et micacés à grains fins d'une puissance d'environ 170 mètres et assez analogues à ceux qui comprennent, à la Haye-Longue, en Maine-et-Loire, le système de la Petite-Veine, de la Grande-Veine et de la veine du Pâti.

Enfin, après un banc de poudingues à petits éléments quartzeux, on rencontre d'abord une veinule inexploitée, puis les veines nos 2 et 1 des Pelleras (probablement les Essarts de la Haye-Longue), séparées par des grès à grains fins et des schistes micacés noirâtres.

Le terrain à combustible affecte la forme lenticulaire, les poudingues, les grès et les veines de houille tendent à s'amincir et à disparaître aux deux extrémités est et ouest du bassin; la *pierre carrée*, très-puissante aux mines de Chalonnes et de Montrelais, se rencontre rarement aux mines de Mouzeil et n'a jamais été reconnue à Languin.

Le terrain carbonifère a non-seulement été redressé par les éruptions postérieures, mais plissé et disloqué par les efforts inégaux qu'il a subis dans le soulèvement des masses éruptives. Les veines de houille y présentent la disposition dite « en chapelet », c'est-à-dire que la houille, plus fortement comprimée en certains points lorsqu'elle était à l'état pâteux, a formé des amas successifs séparés irrégulièrement par des intervalles stériles, mais disposés suivant la direction et l'inclinaison générales des veines.

En résumé, dans sa région médiane qui est la plus riche, le terrain à combustible renferme sept systèmes de veines séparés les uns des autres par des bancs de poudingue et pouvant être considérés, par conséquent, comme autant de formations distinctes. Le système le plus méridional ne contient que des veinules inexploitables; le système le plus septentrional, représenté à Montrelais par les veines des Pelleras, paraît offrir également très-peu de ressources. Les systèmes intermédiaires sont les mieux réglés et les plus productifs, savoir : en allant du sud au nord, le système des trois veines des Berthauderies actuellement exploitées à Montrelais; le système de la veine Machine exploitée à la même mine; le système de la Grande-Veine exploitée à Mouzeil; des veines du Roc et du Vouzeau intercalées dans la *pierre*

carrée et exploitées à Chalonnes; le système de la veine des Petits-Bois et Saint-Ange; et enfin le système de la Grande-Veine, de la veine de la Taupe, des deux veines de la Plante anciennement exploitées à Montrelais. Les douze veines principales représenteraient une puissance moyenne de 10 ou 12 mètres de charbon, si l'on pouvait compter sur quelque régularité d'allure; mais elles ne sont jamais productives ensemble dans la même région, se réduisent à Mouzeil aux veines du Centre, s'appauvrissent à la mine des Touches, qui correspond à un rétrécissement du bassin houiller, et sont brouillées avec les schistes à la mine de Languin, située aux confins de la formation houillère.

La houille, qui contient de 10 à 20 pour 100 de cendres provenant du mélange des schistes intercalés, est presque exclusivement consommée par les fours à chaux du voisinage. Elle n'a pu, sur la place de Nantes, se faire admettre pour le chauffage des chaudières en concurrence avec la houille anglaise, qui arrive par mer à peu de frais et qui est de qualité supérieure.

Le charbon est sensiblement plus gras en passant d'un système de veine à un autre situé plus au nord; le même caractère paraît se manifester dans les mêmes veines en s'avançant de l'est à l'ouest.

A part quelques travaux sans importance sur les affleurements, l'exploitation des mines de houille de la Loire-Inférieure remonte au milieu du siècle dernier (1). Vers 1800, le puits du Boislong, à Montrelais, avait atteint la profondeur de 386 mètres; l'approfondissement avait été opéré par petits puits partiels foncés entre les niveaux successifs; des manéges à chevaux servaient pour l'extraction et l'épuisement, et la veine n° 2 y était exploitée sur une longueur d'environ 210 mètres. Plus tard, à la Grande-Mine de Montrelais, quatre puits ont été ouverts sur la Grande-Veine et la veine de la Taupe, et reliés entre eux par une galerie de 700 mètres qui aboutissait au puits d'Hérouville, sur lequel a été installée, pour l'épuisement, la première machine à vapeur des mines de la basse Loire. L'exploitation s'est portée ensuite à la Peignerie, où l'on a exploité par deux puits, jusqu'à la profondeur de 300 mètres, les veines du système des Petits-Bois. Elle est actuellement concentrée à Montrelais sur les veines des Berthauderies, entre les puits Neuf et Saint-Joseph, qui sont placés à 370 mètres de distance, et dont le premier atteint 300 mètres de

(1) La mine de Montrelais a donné lieu à une exploitation régulière depuis 1765, et celle de Languin depuis 1768. Montrelais, en 1790, produisait 10,800 tonnes de charbon, qui se transportaient en sacs, sur chevaux, jusqu'à Ingrandes, d'où ils descendaient à Nantes, par la Loire. A Languin, l'exploitation a été abandonnée de 1788 à 1791, par suite de l'envahissement des eaux. En l'an XI, les deux mines ont livré 8,650 tonnes au prix de 34 francs la tonne. (*Annuaire* de l'an XI.)

profondeur. Deux nouveaux puits sont en voie de foncement pour préparer de nouveaux centres d'exploitation sur les veines des systèmes du nord.

Aux mines de Mouzeil, la Grand'Veine et deux ou trois veines secondaires qui l'accompagnent sont poursuivies entre les puits Neuf et Préjan à des profondeurs de 360 mètres ; on développe un nouveau centre d'exploitation près de Mésanger, entre le puits de la Transonnière et le puits Leroyer, sur des veines qui paraissent se rapporter au système des Berthauderies.

L'extraction actuelle est de 13,000 à 14,000 tonnes à Montrelais, et d'environ 10,000 tonnes à Mouzeil. Le prix de revient de la tonne de houille sur le carreau de la mine n'est pas inférieur à 13 ou 14 francs ; il est grevé par les frais de percement des voies en plein rocher dans les parties stériles, par les frais de boisage dans des terrains très-éboulеux, enfin, par les grandes profondeurs des puits, qui doivent être approfondis chaque année d'environ 20 mètres pour alimenter l'extraction normale.

Le prix de vente actuel est de 19 à 20 francs la tonne et ne peut guère être dépassé sans que la houille anglaise, d'un pouvoir calorifique beaucoup plus élevé, ne soit préférée aux houilles indigènes, même par les chaufourniers, qui composent la clientèle unique et restreinte des exploitants du bassin de la basse Loire.

La mine de houille des Touches, placée sur un rétrécissement du bassin houiller, à part quelques travaux sans importance, n'a donné lieu qu'à l'exploitation d'une seule veine par un puits unique, et comme la veine, fortement inclinée, s'écartait du puits dans la profondeur, les galeries à travers bancs dirigées à sa rencontre devenaient trop coûteuses pour être payées par les produits du seul massif houiller exploité entre les deux niveaux. Aussi, le syndic de la faillite des fermiers de la concession s'est borné à extraire toute la houille qu'on pouvait atteindre sans approfondir le puits ni exécuter aucune galerie au rocher. La mine a été abandonnée le 8 mai dernier.

La mine de houille de Languin, mise en adjudication le 16 avril 1862, n'a pas trouvé d'acquéreur, et les concessionnaires ont cessé de l'exploiter le 20 septembre suivant, après y avoir fait des pertes considérables. Sa houille, demi-grasse, menue, friable et mêlée de débris schisteux, était d'une exploitation coûteuse et d'un placement difficile. La création d'un chemin de fer de Nantes à Châteaubriant avait encouragé de nouvelles recherches près de la future gare de Nort, mais le puits de sondage a rencontré une couche de sables aquifères qui ne pourrait être traversée sans une dépense disproportionnée avec l'importance probable des massifs houillers qu'elle recouvre.

En résumé, tant que la houille anglaise affluera sur nos côtes, le bassin houiller de la basse Loire est condamné à une exploitation très-restreinte, parce qu'il est dans l'impossibilité d'étendre ses débouchés au delà d'un très-faible rayon. Il pourra être dans l'avenir une réserve précieuse de combustible, quand les bassins plus favorisés auront épuisé leurs couches les plus riches et les plus facilement exploitables (1).

Ardoises. — Au nord du terrain devonien qui comprend le terrain à combustible, on rencontre, en Maine-et-Loire et dans la Loire-Inférieure, le terrain silurien qui renferme le terrain ardoisier. Ils sont séparés par une large bande de schiste métamorphique, souvent argileux, qui se montre à l'est et à l'ouest du département, sur une puissance d'environ 16 kilomètres, et qui est recouverte dans la portion médiane par les argiles, sables et graviers des terrains tertiaires. Puis on rencontre des bancs de quartzites ou de grès schisteux de puissances variables, entre 500 et 1,000 mètres, alternant avec des bancs plus puissants de schistes argileux qui sont souvent fissiles et ardoisiers. Tantôt ces schistes contiennent des paillettes de mica et forment des grauwackes schisteuses; tantôt ils sont à l'état de schistes argileux tégulaire et peuvent fournir des ardoises. Quand on parcourt la route de Nort à Rennes par Châteaubriant jusqu'aux limites de la Loire-Inférieure, on rencontre successivement cinq chaînes de collines parallèles entre elles, dont les sommets sont formés de quartzites et dont les vallées correspondent à des bancs de schistes argileux. Toutes les bandes sont parallèles et correspondent à des plissements du même terrain dont les roches les plus résistantes occupent les crêtes et dont les dépressions correspondent aux roches plus altérables, désagrégées et enlevées en partie par l'action des eaux.

Les ardoisières de Vritz, Auverné, Moisdon, Conquereuil, sont situées sur une première bande; une seconde correspond aux ardoisières du Jarrier, entre Saint-Vincent-des-Landes et Treffieux; une troisième comprend les ardoisières de Juigné, au nord de la bande de calcaire-marbre de Saint-Julien-de-Vouvantes et d'Erbray, ainsi que les ardoisières de Derval et de Cavareux; une quatrième bande est exploitée à l'ardoisière de la Guérivais, près Rougé, et une cinquième au nord de Noyal. L'exploitation de ces ardoisières a eu autrefois de l'importance, comme en témoignent les buttes nombreuses de déchets d'ardoises aux abords des anciennes excavations. Aujourd'hui elle se réduit, avec 150 ouvriers, à une extraction annuelle d'environ 5,000 milliers d'ar-

(1) Il convient de mentionner pour mémoire un embryon de terrain houiller, enclavé dans le granit, près Saint-Mars-de-Coutais, sur les bords du lac de Grand-Lieu, et un autre lambeau de terrain houiller, au contact des gneiss entre Rocheservière et Vieillevigne.

doises, au prix moyen de 16 francs le millier ; elle ne reprend une activité temporaire que lorsque des inondations, des éboulements ou des grèves mettent en chômage les ardoisières d'Angers, dont l'ardoise bleue, à grain très-fin, présente une qualité incontestablement supérieure.

Chaux. — La production de la chaux est d'un grand intérêt agricole dans un département dont les terrains sont presque exclusivement siliceux et alumineux (1). Les dépôts du calcaire y sont malheureusement rares et peu étendus. On ne peut citer que pour mémoire le petit dépôt de calcaire cristallin de Saint-Malo-de-Guersac, enclavé dans le granit de la Grande-Brière mottière. Le principal banc calcaire est celui de Saint-Julien-de-Vouvantes, au contact des quartzites et des grès argileux siluriens ; il donne du calcaire-marbre très-pur et alimente plusieurs fours à chaux dont la production annuelle est de 35,000 à 40,000 mètres cubes. On peut citer ensuite les dépôts de calcaire devonien de Copchoux, près Mouzeil, deux autres petits dépôts près d'Ancenis, les dépôts tertiaires de Cambon, Machecoul, Saffré, les Cléons, Arthon, Drefféac, Bas-Bergon et divers de moindre importance (2).

M. Fourcade a monté à Cambon une fabrication de ciment qui, d'après les essais faits par le service des ponts et chaussées à Saint-Nazaire, paraît donner pour les constructions à la mer des résultats sensiblement comparables à ceux du ciment de Portland.

La production totale de la chaux pour le département varie entre 50,000 et 60,000 mètres cubes, au prix de 12 à 15 francs le mètre cube.

Granit. — Le granit, qui borde du côté de l'Océan les départements du Morbihan et de la Loire-Inférieure et sur lequel est fondée la ville de Nantes, est en général à gros grains avec quartz gris, feldspath bleuâtre et mica bronzé : il est très-fréquemment schisteux et passe au gneiss par une transition insensible : il forme de véritables bancs où il peut se débiter facilement par pierres de taille. La carrière de Miséry à Nantes, exploite le granit sur de très-vastes proportions ; elle livre à la ville de superbes pavés au prix de 15 à 20 francs le mètre cube, et les carrières des environs fournissent des pierres de taille d'un très-beau grain au prix de 50 à 60 francs le mètre cube (3).

(1) Les habitants de la contrée au sud de la Loire employaient la chaux comme amendement dès le Ier siècle de notre ère : *Pictones calce uberrimos fecere agros.* (Pline, livre XVII, 4, 8.)

(2) Le phare du Four, à trois lieues en mer, à l'ouest du Croisic, est situé sur un massif de calcaire tertiaire.

(3) Il a paru superflu de décrire ici les différentes variétés de granites, porphyre, et calcaires du département. Un simple coup d'œil sur la collection géologique du Musée en apprendra plus long que toutes les descriptions.

Eurite. — Parmi les massifs porphyriques dont les mamelons apparaissent sur divers points du département, il en est qui méritent plus particulièrement d'être signalés, parce qu'ils fournissent de très-bons matériaux pour l'entretien des routes : ce sont ceux qu'on appelle eurites, où le porphyre est devenu compacte et où les noyaux sont fondus dans la pâte feldspathique. Ils donnent des pierres qui présentent à l'écrasement une résistance remarquable et qu'on vient chercher de loin pour l'empierrement des chaussées. Telle est la pierre de Saint-Géréon, aux environs d'Ancenis, au milieu des schistes argileux et des quartzites du terrain devonien, tels sont les massifs qu'on rencontre au milieu des grauwackes sur la route d'Ancenis à Saint-Mars-la-Jaille et d'Ancenis à Mésanger.

Etain. — Le granit à gros grain s'étend de Nantes à Saint-Nazaire, Guérande et jusqu'à la pointe de Castelli ; il se termine au hameau de Penhareng, où il est remplacé sur toute la côte, jusqu'au delà de la Vilaine, par la formation de granit et gneiss associée aux micaschistes, schistes talqueux et schistes amphiboliques. C'est dans cette formation, au contact du granit, que M. de la Guérande a découvert auprès de Piriac, en 1816, un gisement d'étain oxydé. Il s'y trouve, soit dans des filons de quartz hyalin laiteux, soit en nids dans le gneiss kaolinisé, mais il y est fort rare, et la mine de Piriac, concédée en 1854, a été promptement abandonnée après quelques travaux infructueux. Un second gisement analogue a été exploité à la Villeder, près le Roc-Saint-André, dans le département du Morbihan.

En parcourant le bord de la mer, entre Piriac et Pénestin (1), on trouve dans quelques anfractuosités des roches schisteuses qui plongent sous la mer, au-dessous d'une couche de 0m,50 à 1 mètre de sables stériles, des amas très-peu importants et tout à fait adventifs de sables bruns contenant du fer oxydulé, de l'oxyde d'étain, des zircons, des spinelles, des tourmalines, des grenats, des émeraudes et même quelques parcelles d'or (2). La mer, dans son mouvement oscillatoire de flux et de reflux, a roulé comme sur des tables de lavage, les débris désagrégés des falaises, dont les éléments les plus denses se sont agglomérés à la base des sables du rivage. Mais le volume total des sables stannifères, d'ailleurs très-pauvres en oxyde d'étain et où les minéraux précieux se trouvent en poudre presque impalpable, n'excède pas quelques mètres cubes, et les essais de lavage ont démontré que les frais ne seraient pas compensés par les résultats. Ces dépôts de sables stanni-

(1) Pen-estin (cap d'étain).

(2) Cette collection, très-complète, est due aux laborieuses recherches de MM. Dubuisson et Cailliaud, anciens conservateurs du Musée. Le Musée renferme en outre une collection intéressante de fossiles donnée par M. le baron Bertrand-Geslin.

fères, gemmifères et aurifères, sont exploités dans le Morbihan comme émeri destiné au polissage.

M. de la Guérande avait été prisonnier en Angleterre et fut frappé, à son tour, de la ressemblance des côtes de Piriac avec celles de Cornouailles, où se trouvent de riches gisements d'étain. Les gisements sont en effet très-analogues, à cette différence près qu'à Piriac l'oxyde d'étain semble être généralement remplacé par la tourmaline (1).

Plomb. — Un filon quartzeux contenant de la galène argentifère a été reconnu en 1824 à la Guesne, près Crossac, dans la formation de granit à gros grains. Les recherches ont été poussées jusqu'à 27 mètres de profondeur et ont donné lieu à une extraction de 7 tonnes environ de minerai; mais la rareté de la galène a découragé les exploitants, qui ont abandonné les travaux en 1830. Une recherche opérée à la fin de 1872 en présence de l'ingénieur des mines sur le prolongement du filon n'y a fait reconnaître aucune trace de galène.

La production de plomb dans la Loire-Inférieure est néanmoins considérable par suite de l'importation des riches minerais calcaires de la Sardaigne à l'usine de Couëron (2), située sur les bords de la Loire, où ils sont élaborés dans des fours à réverbère par la méthode dite de réaction. L'argent est concentré dans le plomb par la méthode de cristallisation dans des chaudières Pattinson et extrait ensuite suivant la méthode ordinaire par la coupellation. Les crasses, les scories, les fumées de plomb, sont reprises et traitées dans un four spécial à réverbère. La production pour l'année 1874 a été de 356 tonnes de plomb au prix de 540 francs et de 2,307 kilogrammes d'argent au prix de 2,200 francs. L'usine, qui appartient à MM. Bontoux et Taylor, propriétaires des mines de plomb de Pontgibaud en Auvergne, a été construite sur de vastes proportions et tend chaque année à prendre de nouveaux développements.

Fer. — Dans un mémoire inédit, qui a été rédigé à la suite d'instructions ministérielles du 25 mars 1837 et dont la minute est classée aux archives du service des mines, M. Théodore Lorieux (3), alors ingénieur des mines à Nantes, a consigné le résultat de ses études géolo-

(1) La tourmaline abonde dans les gneiss et micaschistes entre Guérande et Piriac. Les plus beaux échantillons de schorl rock de l'Ecole des Mines de Paris proviennent d'une carrière de Clis, près Guérande.

(2) Couëron ou Coiron, d'après l'abbé Travers (p. 8), serait la ville dont il est question au livre IV de Strabon sous le nom de Κόρβηλον. M. de Kersabiec, dans sa brochure intitulée *Corbilon* (1868), place cet ancien port au village actuel de Beslon, au nord de la baie d'Escoublac.

(3) Théodore Lorieux, né au Croisic le 22 avril 1800, ingénieur ordinaire et ingénieur en chef des mines à Nantes, pendant dix-sept ans, inspecteur général 1856-1865, décédé à Paris le 17 décembre 1866; auteur avec M. Lefébure de Fourcy de la *Carte géologique du Morbihan*.

giques sur les minerais de fer de la Bretagne, et il a démontré le premier :

1° Que ces minerais se trouvent en amas ou en rognons dans les schistes argileux métamorphisés et altérés des vallées parallèles à la direction générale des affleurements granitiques du sud de la Bretagne (ouest 20 degrés à 24 degrés nord), à part quelques amas dont l'orientation différente trouve son explication dans le voisinage de porphyres ou d'amphibolites ;

2° Que si, dans leur voisinage, les roches ignées ne se montrent pas à la surface, la direction générale des minerais n'en reste pas moins parallèle aux grands sillons déterminés par l'épanchement de ces roches primitives ;

3° Que les minerais de fer semblent provenir de sources qui ont traversé les fissures des roches et d'où se sont dégagés, en arrivant à la surface, les acides gazeux dont la présence maintenait le fer en dissolution ;

4° Que l'oxyde de fer hydraté se trouve généralement accompagné d'argile dans le schiste altéré et pourri, et qu'il ne se trouve jamais dans les schistes durs non altérés, ce qui prouve que le minerai est contemporain de l'altération des schistes et postérieur à leur dépôt.

Le gisement le plus important de minerais de fer dans la Loire-Inférieure est celui de Rougé (1), à dix kilomètres au nord de Châteaubriant : il est à 28 kilomètres environ des plus proches témoins des roches ignées apparaissant à la surface, et cependant il se trouve avec les minières de Saint-Saturnin et de Coatquidam (Morbihan), sur une ligne droite d'une longueur de 56 kilomètres exactement parallèle au sillon granitique du sud de la Bretagne, ce qui tend à prouver que son origine est en relation directe avec ces granits. Le minerai d'hydroxyde de fer s'y trouve en rognons disséminés dans des sables argileux sur une épaisseur variant de 0m,15 à 0m,30, une largeur d'environ 50 mètres et une longueur de 300 à 400 mètres, suivant la direction ouest 20 degrés nord et l'inclinaison de 30 degrés, au sud des quartzites qui forment les plateaux allongés des hauteurs du voisinage. Ces grès schisteux métamorphisés sont inférieurs aux schistes argileux à trilobites, parfois ardoisiers, parfois ampéliteux, des vallées voisines, qui appartiennent à l'âge inférieur de la formation silurienne, et qui ont vers le sud une inclinaison de 75 degrés bien plus forte que celle des quartzites.

(1) Ces minières ont été exploitées de temps immémorial ; on a retrouvé récemment des galeries souterraines dont on avait complétement oublié l'existence. Une législation particulière, qui date de 1526, y fixait la redevance, au propriétaire, à 37 centimes par pipe d'environ 1/2 mètre cube pesant approximativement 900 kilogrammes. La redevance est à présent de 40 centimes par pipe, ce qui correspond à 45 centimes par tonne de minerai.

Les collines de grès quartzeux métamorphique, avec les minerais de fer qu'elles contiennent, paraissent avoir été soulevées par des granits qui les ont fendillées et qui ont détruit leur stratification, sans pouvoir émerger à travers toutes les couches inférieures des terrains de transition.

Le minerai de fer de Rougé est parfois siliceux, plus souvent argileux; il est dans certains cas recouvert d'un enduit noir, qui paraît être du bioxyde de manganèse. Les efflorescences des tas de minerais exposés à l'air y dénoncent la présence des pyrites. Le minerai n'a été exploité jusqu'à ce jour que par des excavations superficielles de quelques mètres de profondeur. Il contient de 60 à 70 pour 100 d'oxyde de fer, de 25 à 15 pour 100 de sable et argile, de 2 à 4 pour 100 d'alumine, et en moyenne 10 pour 100 d'eau. Il donne de 40 à 44 pour 100 de fonte retenant environ 1 pour 100 de silicium, de 0,15 à 0,45 de soufre, et des traces de phosphore et d'arsenic. Il alimentait les hauts-fourneaux au charbon de bois de Martigné (1) (Ille-et-Vilaine), à 14 kilomètres; de Roche (Ille-et-Vilaine), à 24 kilomètres; de la Prévière (Maine-et-Loire), à 28 kilomètres; de Moisdon (Loire-Inférieure), à 22 kilomètres; et de la Hunaudière (Loire-Inférieure), à 14 kilomètres. On l'y mélangeait avec un quart environ de minerai calcaire de Bilbao (Espagne), pour améliorer la qualité de la fonte, qui aurait été trop cassante et trop siliceuse avec l'emploi exclusif du minerai du pays. Ces hauts-fourneaux ont été successivement mis en chômage par suite de l'enchérissement du prix des bois et des charbons de bois, dont les débouchés se sont étendus avec la facilité des communications. Le haut-fourneau de la Hunaudière, abandonné en 1860, a été remis en activité au commencement de l'année 1873, à la suite de la grève qui s'était produite en Angleterre et qui avait amené sur les fontes une hausse exceptionnelle. Il donne actuellement 600 tonnes de fonte, qui sont livrées aux forges de Basse-Indre, près Nantes, au prix de 165 francs la tonne (2). Il s'alimente avec du minerai de la Haute-Noë,

(1) Le haut-fourneau de Martigné-Ferchaud a été remis en activité dans le cours de l'année 1873. Il est alimenté avec du minerai de Rougé, dont les minières, totalement abandonnées de 1871 à 1873, extraient depuis lors annuellement 1,000 pipes ou 900 tonnes de minerai, au prix moyen de 3 fr. 40 c. la tonne sur le lieu d'extraction.

(2) En l'an IX, les hauts-fourneaux de la Hunaudière et de Moisdon, les forges de Moisdon, de Gravotel et de la Provostière, produisaient 725 tonnes de fonte au prix de 120 francs, et 926 tonnes de fer au prix de 450 francs; elles consommaient 1,800 tonnes de minerai à 2 fr. 80 c. la tonne et 480,000 hectolitres de charbon au prix de 70 centimes. Le prix moyen de la journée d'ouvrier était de 1 franc (*Annuaire* de l'an XI). En 1859, une des dernières années de l'existence des hauts-fourneaux au charbon de bois, les hauts-fourneaux de la Hunaudière, Moisdon, la Pottevinière, les forges de Gravotel et de la Provostière, produisaient 2,445 tonnes de fonte à 150 francs et 368 tonnes de fer à 380 francs; elles consommaient 6,110 tonnes de minerai à 5 francs la tonne et 178,000 hectolitres de charbon au prix de 1 fr. 40 c. Le prix moyen de la journée était de 2 francs. Les prix des matières premières et les salaires ont donc sensiblement doublé en cinquante ans, tandis que le prix de la fonte s'est sensiblement maintenu.

dont le gisement est beaucoup moins important, mais tout à fait analogue à celui de Rougé, et qui se trouve situé dans la commune de Sion, à 4 kilomètres de la Hunaudière. Le prix de revient du minerai rendu au gueulard du haut-fourneau est de 4 fr. 25 c., dont 3 francs pour l'extraction, 45 centimes de redevance au propriétaire du sol et 1 fr. 80 c. de transport. La minière de la Noë, commune de Ruffigné, à 10 kilomètres au nord de la Hunaudière, fournissait également un minerai de même nature et contribuait, il y a quelques années, à l'alimentation du haut-fourneau. Elle est aujourd'hui complétement abandonnée.

Il en est de même des minerais de la forêt de Larche, aux environs de Meilleraye, qui alimentaient le haut-fourneau de la Jahotière. Ce haut-fourneau, qui produisait de la fonte au coke pour moulage, est en chômage depuis 1862. Il était placé sur le minerai, dont le prix de revient n'excédait pas 4 francs la tonne, mais éloigné de toute voie navigable qui pût, à bas prix, lui apporter la houille.

Les minerais de Larche et de Meilleraye sont disséminés en rognons de $0^m,10$ à $0^m,30$ d'épaisseur sous les sables argileux tertiaires qui recouvrent le département sur une large bande orientée de l'est à l'ouest. Ils sont reconnus à la surface sur une étendue de plus de 500 hectares, mais peuvent se prolonger plus loin sous le recouvrement des sables tertiaires. Leur disposition en couche horizontale tend à les faire considérer comme des dépôts formés dans des eaux tranquilles et contemporains des sables argileux qui les renferment.

Outre les minières exploitées à diverses époques, la Loire-Inférieure comprend encore de nombreux gisements de minerais de fer, soit dans les dépôts tertiaires adventifs qui se trouvent sur divers points du département, soit au contact des quartzites et des schistes ardoisiers, soit dans les micaschistes et les schistes talqueux au contact des granites et des gneiss (1).

Il n'est pas rare de constater la présence de l'oxyde de fer dans le voisinage des massifs de porphyres ou d'amphibolites ; pour en citer un exemple entre plusieurs, un gisement assez curieux d'oxyde de fer titané, situé près du château de Chasseloire, sur les bords de la Maine, en la commune de Maisdon, avait donné lieu, en 1811, à quelques recherches et à un commencement d'exploitation : il se trouvait à proximité d'un massif d'amphibolites, disséminé à la surface dans du kaolin provenant de la décomposition d'un gneiss très-feldspathique

(1) La présence de fer oxydulé magnétique a été reconnue au sud-est du fort de Ville-ès-Martin, près Saint-Nazaire.

qui se confondait un peu plus loin avec les micaschistes de Châteauthébaud (1).

Des explorations récentes de minerais de fer ont été entreprises par la Compagnie des usines de Marquise et par M. Victor Doré, du Mans, qui s'occupent d'installer des hauts-fourneaux pour deux usines distinctes, dans des emplacements situés à la limite de la Loire-Inférieure, près Redon, sur les bords du canal de Nantes à Brest et à proxi-

(1) L'abondance du fer dans le département est accusée par l'émergence d'un certain nombre de sources ferrugineuses. Les plus connues sont celles de Préfailles, la Bernerie, Pornic et Saint-Michel-Chef-Chef, dans les schistes talqueux des bords de la mer, au sud de la Loire. La plus importante est celle de Préfailles, dans la bande de terrain envahie par les grandes marées et comprise par conséquent dans le domaine de l'Etat. Quelques habitants des localités voisines se sont cotisés, vers 1850, pour fermer, par un mur en ciment, l'excavation naturelle d'où émerge la source, et emmagasiner ainsi les eaux dans un réservoir, d'où elles s'écoulent par un tube de fer. Elle contient 12 milligrammes d'oxyde de fer par litre et débite environ 12 litres par minute. La source de la Bernerie, située à 500 mètres du rivage, débite environ 2 litres par minute et contient par litre 22 milligrammes d'oxyde de fer. La source de Pornic est située dans l'anse de Malmy, près de la pointe de Gourmalon. Elle débite environ un demi-litre d'eau par minute. La source de Saint-Michel-Chef-Chef en donne environ trois quarts.

M. Bobierre, le savant directeur de l'Ecole des sciences, a fait, en 1851, des analyses qui ont donné les résultats suivants :

	Préfailles.	La Bernerie.	Pornic.
Volumes de gaz obtenus par ébullition dans un litre d'eau	46cc.34	53cc	37cc.75
Résidu salin par évaporation d'un litre d'eau.....	0gr.401	0gr.350	0gr.394
Composition des gaz pour 100 *volumes.*			
Acide carbonique.....	55.40	41.78	12. »
Azote..	34. »	4.90	67.10
Oxygène.....	10.60	53.32	20.90
	100. »	100. »	100. »
Composition du résidu pour 100 *grammes.*			
Matière organique.....	7.20	0.40	16. »
Silice.....	7.60	5.30	2. »
Alumine.....	Traces	0.60	2.30
Acide sulfurique.....	8. »	9.50	9 54
Chlore.....	3.80	8.50	8.89
Sodium.....	18. »	13. »	20. »
Magnésium.....	2.90	6.60	2.44
Calcium	3.72	4.40	6.44
Protoxyde de fer.....	3.09	6.30	1.02
Oxygène et acide carbonique combinés.....	45.69	45.40	31.37
Arsenic.....	Traces	Traces	Traces
	100. »	100. »	100. »

Toutes ces sources semblent provenir du suintement des eaux de pluie à travers les schistes talqueux où se trouvent disséminés des sulfures de fer, et notamment des arséniosulfures, tels que le mispickel, qu'on rencontre en blocs compactes aux environs de la Mossardière, près Pornic.

Une source minérale ferrugineuse a été signalée vers 1820, à Forge, non loin de Verrière, à trois lieues environ de Nantes, sur les bords du ruisseau de Gesvres, qui vient se jeter dans la rivière d'Erdre. Après avoir eu vers cette époque une notoriété éphémère, elle paraît être complétement oubliée aujourd'hui. Les analyses de MM. Prevel et Le Sant y avaient constaté la présence de 0gr,02 d'oxyde de fer par litre, et une forte proportion de sels magnésiens.

mité du chemin de fer. Ils sont à faible distance des minières de Béganne (Morbihan), découvertes en 1831 par M. Besquent (1), et dont le minerai, analogue à celui de Rougé, a été souvent transporté, ces dernières années, jusqu'en Angleterre, comme fret de retour, par les navires qui apportaient de la houille à Saint-Nazaire. Ce minerai, dont la teneur est de 40 pour cent, revient à 4 francs la tonne sur le lieu d'extraction, et doit être mélangé avec un quart de minerai d'Espagne, dont la tonne, rendue à l'usine, coûte environ 25 francs. Malheureusement, les prix élevés de la houille tendent à se maintenir et semblent laisser peu d'écart, dans les conditions actuelles, entre le prix de revient et le prix de vente de la tonne de fonte (2).

Les fontes au bois des environs de Châteaubriant trouvaient un placement assuré aux forges de Basse-Indre, pour la fabrication des fers de qualité supérieure destinés à la marine. Ces forges ont été installées en 1825, par un ingénieur anglais, M. Thomas, sur les bords de la Loire, à 10 kilomètres en aval de Nantes, vis-à-vis le grand établissement national d'Indret. Elles ont été achetées, en 1836, par M. Riant, qui les a faites ce qu'elles sont encore aujourd'hui. Il s'est appliqué à obtenir des fers de qualité supérieure pour les usages de la marine, avec les fontes au bois de provenances diverses et une forte proportion de ferrailles achetées dans les grands ports. Il a pu ainsi se créer une fabrication et des débouchés spéciaux, et assurer une grande prospérité à son usine, jusqu'aux traités de commerce, qui ont forcément abaissé le prix des fers. Aujourd'hui les forges de Basse-Indre, avec un vieux matériel, continuent à produire annuellement de 6,000 à 6,500 tonnes de fer laminé et de 700 à 800 tonnes de fer martelé, à des prix qui n'atteignent plus, comme autrefois, 40 et 45 francs, mais qui se tiennent entre 27 et 32 francs pour les fers laminés, 34 et 38 francs pour les fers martelés.

(1) On a retrouvé en divers points de cette minière, comme sur la plupart des affleurements importants de minerais de fer, des scories provenant de la fabrication rudimentaire du fer, telle que les Gaulois la pratiquaient probablement sur place, avec les forges à bras.

La fabrication de la fonte dans les hauts-fourneaux a commencé dans la province de Liége, dans le courant seulement du XVIe siècle. (*Mines métalliques de la France.*) — Alfred Cailaux, 1875.)

(2) Le département de la Loire-Inférieure comprend plusieurs fonderies importantes ; la fonderie Voruz, sur la Prairie-au-Duc, est une des plus considérables de France. En 1874, elles ont livré 5,000 tonnes de fonte moulée, au prix moyen de 320 francs. Il convient de mentionner encore, comme se rattachant à l'industrie du fer, l'importance des ateliers de construction des machines à vapeur fixes et locomobiles et appareils divers pour usages agricoles, pour sucreries et raffinerie, et des machines pour bateaux à vapeur. Le voisinage de l'usine nationale d'Indret a beaucoup contribué à former, pour les ateliers d'ajustage, de bons ouvriers mécaniciens.

La vapeur est employée pour le chauffage ou comme force motrice dans 327 établissements par 518 chaudières et 361 machines représentant une force totale de 2,807 chevaux.

Aux fournitures de la marine, elles joignent, depuis 1870, des commandes importantes de l'artillerie pour essieux et bandages (1). Elles n'ont fait jusqu'à ce jour aucun effort pour diminuer les frais de main-d'œuvre en adoptant les fours rotatifs à puddlage mécanique ; mais leur propriétaire actuel, M. Langlois, a réalisé un progrès non moins important en installant un four à gaz du système Siemens ; de plus, il a essayé cette année d'alimenter le four à gaz avec de la tourbe, dont un gisement important se trouve à 50 kilomètres environ sur la même rive de la Loire.

Tourbe. — Un grand marais tourbeux, désigné sous le nom de Grande-Brière mottière, s'est formé dans une vaste dépression des granites schistoïdes de la région qui s'étend entre Saint-Nazaire, Herbignac, Guérande et Pontchâteau (2). Avant le bornage, un certain nombre de parcelles ont été envahies sur les bords par des particuliers dont l'usurpation a été consacrée par le temps ; quelques marais détachés sont aussi devenus, par l'usage, la propriété exclusive de la commune la plus proche. Mais la Grande-Brière proprement dite, dont l'étendue dépasse 6,600 hectares, est la propriété indivise de dix-sept communes limitrophes, dont les habitants ont seuls le droit d'y extraire la tourbe.

Ce droit résulte d'un usage immémorial pour les habitants du voisinage ; il était probablement antérieur aux Romains (3), dont l'occupa-

(1) Pendant la guerre 1870-71, les forges de Basse-Indre ont livré 13,702 bandages de roues pour 228 batteries, et 5,093 essieux pour 169 batteries d'artillerie. Elles ont puissamment aidé l'usine d'Indret et l'usine Voruz, qui fondaient les canons, dans les armements considérables effectués à cette époque avec le concours des ateliers d'ajustage de Nantes.

(2) Il y a 10 kilomètres à peu près dans les deux directions nord-sud de Camérun à la Ville-Rouaud, et est-ouest des pierres druidiques de Grévy aux ruines du château Lorieux. Ces ruines sont réduites aujourd'hui à un amas de quelques pierres. Le château était déjà en fort mauvais état, il y a deux cents ans, comme le constate une déclaration de la vicomté de Donges, du 17 février 1683. Un compte des revenus de la même vicomté, dressé en 1511, établit que le seigneur de Bois-Joubert devait *chacun an, un chapeau de roses, le jour de la Pentecouste, rendu sur la teste de l'imcige de Monsieur Sainct-Georges, en la chapelle du château de Lorieuc.* Ce château appartenait à la famille de Rieux, comme le prouve un aveu de la vicomté de Donges, rendu au roi par Suzanne de Bourbon, veuve de Claude I[er] de Rieux, en 1542 (Ogée, *Dictionnaire de Bretagne*, Crossac). Le nom primitif du château doit avoir été Loc-Rieux (Locus-Rieux).

(3) Les Romains connaissaient la tourbe. Pline l'Ancien (livre XXXV, 51) dit, après avoir parlé du soufre :

Et bituminis vicina est natura alibi limus, *alibi* terra.

Il dit encore, après avoir plaint le dénûment de quelques peuplades des bords de l'Océan, où ne croissent ni arbres, ni arbrisseaux (livre XVI, 1) :

Ulva et palustri junco funes nectunt et prætexenda piscibus retia ; captumque manibus lutum ventis magis quam sole siccantes, terra cibos et regentia septentrione viscera sua urunt....

Il trouve que de si pauvres gens ont bien mauvaise grâce à se plaindre de l'invasion romaine :

Et hæ gentes, si vincantur hodie a populo Romano, servire se dicunt !

Autrefois, la tourbe était peu employée comme combustible, sauf dans les pays dépourvus de bois : ainsi dit Charles Patin en son *Traité des tourbes* (1673, p. 64) :

« Il y a beaucoup d'endroits en Picardie qui en sont pleins et qu'on néglige toutefois à cause de l'abondance des bois, qui en fait mépriser la rencontre. »

tion est encore attestée par la grande voie romaine qui fait le tour de la Brière ; il est relaté dans les plus anciens aveux ; il est formellement reconnu par les lettres patentes du 8 août 1461, où le duc François II, suzerain de la Bretagne, ordonne au sénéchal de Guérande de faire curer les canaux qui servent à l'écoulement des eaux, et de rétablir ainsi *le chemin et voye par lesquelles le peuple de ladite paroisse de Saint-Nazaire, Saint-André, Escoublac et autres paroisses voisines soulaient et avaient accoustumé aller à ladite Brière dont ils tiraient les mottes pour leur chauffage et les foins pour leurs bêtes.*

La Grande-Brière est recouverte, sur presque toute sa surface, d'un banc tourbeux dont l'épaisseur est très-variable, suivant les dépressions plus ou moins profondes du terrain granitique sous-jacent, mais dont la puissance moyenne peut être évaluée à 60 ou 80 centimètres, et qui est d'ailleurs criblée d'excavations irrégulières par des tourbages effectués sans aucun ordre depuis plusieurs siècles jusqu'à ce jour. Il est devenu impossible d'imposer des emparquements aux tourbeurs, et l'administration se borne à fixer pour le tourbage, d'accord avec le syndicat de la Grande-Brière, l'époque convenable pour que les mottes extraites aient le temps de sécher sur place avant le retour des eaux. Elle accorde en général, par an, neuf jours dans la seconde quinzaine d'août, pendant lesquels les habitants des dix-sept communes limitrophes peuvent venir couper de la tourbe. On voit affluer alors sur la Brière les populations riveraines, hommes, femmes, enfants, et les permis délivrés par les maires s'élèvent à plus de quatre mille. En 1874, le tourbage a été de 85,000 mètres cubes, ce qui, au prix de 4 francs le mètre cube, représente une valeur de 340,000 francs et un revenu d'environ 51 francs 50 centimes par hectare (1). En admettant que la tourbe occupe une étendue superficielle de 6,000 hectares, et que l'extraction annuelle soit de 90,000 mètres cubes, le tourbage enlève ainsi par an 1 millimètre et demi d'épaisseur de tourbe répartie sur toute la surface.

Le banc tourbeux est à peu près intact sur les parties les plus élevées de Bru, du Blanc, d'Aignac et des Charreaux, qui ont été réservées comme pâtures ; il n'existe pas sur les hauteurs granitiques d'Olive, de Kerfeuille, du Grandpas et d'Ardant. Partout ailleurs, il a été excavé à des profondeurs très-variables.

La tourbe est découpée en long et en travers à l'aide d'un instrument tranchant dit *salet,* qu'on enfonce verticalement à 20 ou 30 centimètres de profondeur. Les mottes, taillées ensuite dans le massif ainsi

(1) Au commencement de ce siècle, l'extraction annuelle était d'environ 300,000 mètres cubes au prix moyen de 60 centimes le mètre cube, sur le lieu d'extraction. (*Annuaire* de l'an XI.)

découpé par un autre instrument appelé *marre,* sont disposées sur le bord de la tranchée, puis transportées à dos sur le terrain d'étente, où on les répartit par petits tas pour faciliter la dessiccation. Elles sont ensuite groupées en gros tas, puis transportées à domicile pour la consommation locale, ou chargées dans des bateaux plats appelés *blins,* qui les amènent à la Loire.

Le syndicat de la Grande-Brière prélève une taxe de 25 centimes par mètre cube de tourbe extraite, et cette somme, qui correspond chaque année à une vingtaine de mille francs, est répartie entre les dix-sept communes, proportionnellement au nombre de ménages. En raison du développement de la commune de Saint-Nazaire, qui tendait à tout absorber, les règles de la répartition ont été définitivement fixées en 1860, par une délibération syndicale. Il en est de même pour le produit de la vente des terres noires qui proviennent du curage des canaux, et que le syndicat met en adjudication. L'extraction des terres noires est d'environ 10,000 mètres cubes par an, et donne au syndicat un revenu qui varie entre 10,000 et 20,000 francs. Ces terres noires, mélangées avec moitié chaux, étuvées, pulvérisées et tamisées, sont vendues comme amendement et sont employées surtout, cela est triste à dire, pour la falsification des noirs d'engrais.

La Grande-Brière est recouverte par les eaux pendant la plus grande partie de l'année, et l'écoulement devenait insuffisant pour le coupage et la dessiccation des mottes, lorsqu'en 1863 un canal a été exécuté du port des Sauziers à Trignac, où a été construite une nouvelle écluse pour le débouché des eaux dans la rivière du Brivet (1). Sans ce canal, et sans le curage récent des canaux de la Compagnie de dessèchement des marais de Donges, il serait impossible de tourber autrement que sous l'eau. Aujourd'hui le dessèchement est insuffisant pour les besoins du tourbage, d'après le mode habituel du pays ; mais le Brivet, par son envasement progressif, devient aussi peu efficace pour l'écoulement des eaux, qu'impraticable pour la navigation.

L'extraction annuelle de 90,000 mètres cubes sur une étendue de 6,000 hectares, n'abaisserait que de 1 millimètre et demi le niveau général de la Brière, s'il ne fallait tenir compte des terres noires entraî-

1 La rivière du Brivet traverse la Brière et vient se jeter dans la Loire, en amont de Saint-Nazaire. M. Athénas a publié en 1823 (*Lycée armoricain,* tome I, p. 145), un Mémoire ayant pour objet de prouver que le Brivates Portus indiqué dans Claude Ptolémée (livre II, ch. 8), par 17-40 de longitude et 48-45 de latitude, devait se trouver à l'embouchure du Brivet, au pont de l'étier de Méans. Voici le texte de Ptolémée :

Μετὰ τὰς τοῦ Λίγερος τοῦ ποταμοῦ ἐκβολὰς,				
Βριουάτης λιμὴν	ιζ νο	μη νδ	(17-40	48-45)
Ηριοῦ ποταμοῦ ἐκβολας	ιζ	μς ὃ	(17	49-15)
Ουΐνδανα λιμὴν	ιζ ν	μθ νο	(16-30	49-40)
Γόβαιον ἄκρον	ιε δ	μθ νδ	(15-15	19-45)

nées par les eaux. En réalité, l'abaissement paraît atteindre chaque année environ 1 centimètre, ce qui, pour une épaisseur moyenne de 0m.80, réserverait encore aux tourbières un avenir de près d'un siècle ; mais, avec l'extrême irrégularité des excavations, il est presque impossible d'évaluer, même approximativement, la puissance moyenne des lambeaux irréguliers du banc tourbeux (1).

Les ingénieurs des mines ont tenté, à diverses reprises, d'introduire dans la Brière les procédés de tourbage de la Picardie. Ils ont rencontré une opposition invincible de la part des habitants, qui se refusent instinctivement à toute modification du régime actuel, comme pouvant porter atteinte à leur propriété collective. Ils tiennent beaucoup à ne pas tourber sous l'eau et à ne prendre que la tourbe superficielle, qui seule est assez compacte pour le chauffage ; ils ont reconnu que la tourbe sous-jacente, mise à découvert par un premier tourbage, s'améliore et devient exploitable au bout de quelques années. Elle se trouve alors dans des conditions plus favorables pour subir, sous l'action des eaux et des agents atmosphériques, la fermentation et la carbonisation partielles qui la rendent propre à la combustion.

D'après le naturaliste Piet, les végétaux qui ont produit la tourbe de la Grande-Brière sont : le scirpe maritime, le troscart maritime, la blite ansérine, le jonc maritime, le carex aigu, la salicorne herbacée et quelques autres plus rares (2). On y trouve aussi des arbres entiers, prin-

(1) Une bordure de terrain tourbeux s'étend sur la rive droite de la Loire, de Couëron à Donge, et s'avance en pointe jusqu'à Prinquiau, vers le nord; il y a également un marais tourbeux à l'est de Besné et un autre à l'est de Dreffëac. Ces marais appartiennent à des communes, et la tourbe y est presque complétement épuisée.

On constate également la présence de terrains tourbeux sur les bords de l'Erdre, dans le marais de Petit-Mars ; on en trouve également sur la rive méridionale du lac de Grand-Lieu.

(2) *Dictionnaire d'histoire naturelle* (Guérin, 1839). *Scirpe maritime* (Linnée) aux chaumes triangulaires, aux longues feuilles planes avec une côte saillante sur le dos, aux épines brunâtres assez grosses et disposées par paquets de 3 à 7.

Salicorne herbacée (Linnée), petite plante sous-frutescente à tiges épaisses et rameaux noués, dépourvue de feuilles, avec fleurs disposées en épis, qui naissent aux articulations nombreuses et rapprochées des rameaux et demeurent épanouies pendant les mois d'août et de septembre (de la famille des Chénopodées).

Chénopodées, plantes à périgone découpé profondément en plusieurs parties, étamines définies, attachées à la base du calice ; ovaire supère, un ou plusieurs styles, une ou plusieurs graines nues ou renfermées dans un péricarpe; fleurs monoïques, polygames ou hermaphrodites (l'ansérine dite Patte-d'Oie est le type de cette famille).

Troscart maritime, Triglochen maritimum (Linnée), plante herbacée à feuilles étroites, planes ou cylindracées, fleurs petites et verdâtres en épi ; périanthe à 6 folioles concaves, 6 étamines dont les anthères sont extrorses. 1 pistil à 6 loges uni-ovulées. A ces fleurs succèdent des capsules à 6 loges, qui s'ouvrent en autant de coques ou pièces aignës, ce que rappelle le nom du genre (d'Orbigny, 1849, *Dictionnaire d'histoire naturelle*).

Carex aigu. Chaume de 6 à 10 décimètres, triquètre, rude. Feuilles rudes. Epis mâles 2, 3, les femelles 3, 4, cylindriques, allongés, d'abord penchés, redressés en fruit. Bractées, foliacées, longues, à deux petites oreillettes à la base. Fruit ovale, comprimé, plus court ou plus long que la glume noirâtre ou brune, à nervure dorsale pâle. (Cypéracées. *Flore de l'Ouest.* James Lloyd, 1854.)

cipalement des chênes, dont les troncs couchés sont injectés et noircis par leur long enfouissement : quelques-uns sont assez bien conservés pour qu'on puisse les débiter et en faire des parquets auxquels leur teinte noire donne l'aspect de bois d'ébène.

Sur les débris de ces arbres, qui formaient la première assise du terrain tourbeux, sont nés les végétaux qui se nourrissent aux dépens du ligneux en décomposition. Après avoir accompli leur végétation, ils ont déposé en mourant, entre leurs racines profondes et filamenteuses, les détritus de leurs feuilles et de leurs fleurs. Ces détritus, accumulés chaque année, ont servi de sol à une nouvelle végétation, qui, en mourant à son tour, a exhaussé peu à peu le niveau superficiel de la couche tourbeuse et augmenté son épaisseur.

Dans les conditions actuelles de la Brière, la tourbe ne s'y reproduit pas, ou si elle se reproduit, ce n'est que dans les terrains les plus bas et avec une extrême lenteur (1). Aucune végétation ne s'établit sur le fond des anciennes excavations, jusqu'à ce qu'une couche limoneuse y ait été déposée par les eaux et ne se recouvre de roseaux dans les

(1) D'après M. Kolb, dans les tourbières de la Basse-Loire, il suffirait de cinq ou six ans pour reproduire la tourbe sur l'épaisseur enlevée dans un tourbage. (*Bulletin de la Société d'encouragement.* Janvier 1875, *Mémoire sur les tourbes de la Somme.*) Cette assertion n'est nullement conforme aux traditions de la Brière, où la reproduction de la tourbe, presque nulle avec sa végétation actuelle et son desséchement partiel, a dû toujours être fort lente. Le musée archéologique de Nantes (n° 9 du catalogue) possède trois épées de bronze, de 0m,60 à 0m,80 de longueur, trouvées dans les tourbières de Donges, et une massue en bois de 0m,82 de long, découverte à 1m,50 de profondeur, à proximité du chemin de fer, dans le sol tourbeux de la commune de Montoir. Si l'on admet, avec M. Lubbock (*L'homme avant l'histoire*, 1867, p. 47), que les Phéniciens ont introduit l'usage du bronze sur les côtes de l'Atlantique, de 1200 à 1500 ans avant Jésus-Christ ; que les armes de bronze ont été totalement abandonnées après la découverte du fer (p. 11) et que le fer était connu des Gaulois bien avant la conquête romaine (p. 37), on sera conduit à faire remonter l'âge des épées de bronze à plusieurs siècles avant notre ère, et à conclure qu'il a fallu plus de 2,000 ans pour produire la tourbe dans la Brière sur 2 mètres d'épaisseur, ce qui donnerait par année un millimètre au plus d'exhaussement de la couche tourbeuse. Mais de semblables évaluations reposent sur des données encore trop incertaines.

En 1863, lorsqu'on a creusé le canal de desséchement dans la Brière, du pont des Sauziers à l'écluse de Trignac, la tranchée a mis à découvert, à 3m,30 de profondeur, sous une couche superficielle de vase de 1m,30 et une couche de tourbe de 2 mètres d'épaisseur, sur la vase verte de marée, deux roues en bois de chêne et d'orme, de 1m,06 de diamètre intérieur, à dix rayons, sans trace de métal. Elles étaient couchées l'une sur l'autre et posées à peu près horizontalement, avec leurs moyeux au contact. Les jantes étaient arrondies comme par l'usure provenant du roulement ; elles avaient une épaisseur de 0m,08 et une hauteur de 0m,09, et étaient composées de dix morceaux reliés au moyeu par dix rais arrondis de 0m,32 de long, sur 0m,045 de diamètre près des jantes et 0m,06 près du moyeu. Celui-ci avait 0m,40 de long et 0m, 24 de diamètre ; il était percé d'un trou circulaire de 0m,10 ayant probablement porté un essieu en bois. La tourbe, au dessus des roues, était parfaitement compacte et n'offrait aucune trace de fissure par où les roues auraient pu s'introduire. L'absence de tout métal ne permet pas de déterminer leur âge avec quelque approximation ; on sait que les roues primitives étaient généralement pleines, mais on trouve sur les monnaies gauloises des effigies de roues à rayons. Les roues étaient complétement décomposées et sont tombées en poussière quand on a voulu les enlever. Un dessin très-détaillé en est conservé dans les archives des ponts et chaussées.

endroits les plus profonds, de joncs sur les terrains un peu moins bas, et d'herbages sur les parties les plus élevées. Lorsque la tourbe, dans une centaine d'années, aura été complètement épuisée, on pourra compléter les canaux de dessèchement et obtenir des prairies sur les lieux hauts, des lacs permanents dans les lieux les plus bas, ce qui améliorera sensiblement la salubrité de la contrée environnante.

La tourbe de la Basse-Loire pèse environ 300 kilogr. au mètre cube et contient 15 pour cent de cendres, tandis que celle de la Picardie atteint le poids de 350 kilogr. et renferme au plus en cendres une proportion de 8 ou 9 pour 100. Les cendres renferment environ 70 pour 100 de sable et argile, 20 pour 100 de sulfate de soude, 2 pour 100 de sulfate de potasse, 5 pour 100 de sel marin, 3 pour 100 de chaux, magnésie et oxyde de fer.

Les mottes de la Brière sont très-recherchées pour le chauffage domestique et employées à Nantes, depuis un temps immémorial, dans les petits ménages. La tourbe a une odeur sulfureuse qui n'est pas très-agréable, et donne une faible chaleur, mais elle est essentiellement économique, parce qu'elle brûle lentement sans s'éteindre.

Sel. — La Loire-Inférieure renferme d'autres marais qui tendent à devenir, par leur abandon progressif, une cause redoutable d'insalubrité; ce sont les marais salants, dont l'industrie, autrefois prospère, semble aujourd'hui condamnée à une ruine à peu près absolue. Ils occupent sur les côtes du département une superficie de 2,200 hectares, dont 1,600 pour les marais salants du Croisic, de Batz, de Guérande et du Pouliguen, 425 pour ceux de Mesquer, Saint-Molf et Assérac, 25 pour ceux de Pornichet, près Saint-Nazaire, et 392, dont 302 abandonnés, pour ceux des Moutiers et de Bourgneuf : ils correspondent au septième de l'étendue des marais salants de l'Ouest, dont la superficie totale est d'environ 16,000 hectares.

Ils ont été créés sur les lais de mer argileux, qui offraient de vastes surfaces d'évaporation recouvertes par les eaux seulement dans les grandes marées sur une faible profondeur. Ces lais de mer ont réuni au continent et transformé en golfe le Grand-Traict ou détroit qui séparait de l'ancien port de Guérande les îles de Saillé, du Croisic, de Batz et de Penchâteau (1). Ils exhaussent chaque année le fond de la baie de Bourgneuf d'environ 5 millimètres et la réuniront au continent dans un avenir qui n'est pas très-éloigné. La sœur de Louis XIII, en 1622, était venue admirer l'Océan à Bourgneuf, alors port de mer et aujourd'hui à

(1) Il y a moins de quatre siècles que les îles du Croisic et de Batz sont jointes au continent. Le testament de François Ier, duc de Bretagne, mort en 1450, comprend dans le douaire d'Yolande d'Anjou, sa femme, le Croisic, l'*île de Batz* et autres domaines. (Walckenaer, *Géographie des Gaules*, 1839.)

plus de 2 kilomètres du rivage (¹) ; et les organeaux qu'on voit encore dans les murs du château de la Garnache, à 16 kilomètres dans l'intérieur des terres, montrent avec quelle rapidité la mer se retire devant l'apport des alluvions.

Les eaux de la Loire entraînent en quantité considérable les débris des terrains qu'elle traverse sur son long parcours : les sables les plus lourds sont charriés dans le lit du courant principal ; les sables plus légers, après s'être déposés sur les rives, sont portés par les courants aériens et s'accumulent en dunes sous l'influence des vents ordinairement régnant dans la région. Telles sont les dunes qui ont enseveli l'ancien village d'Escoublac, entre Saint-Nazaire et le Pouliguen. Les limons maintenus en suspension dans les eaux courantes se déposent dans les accalmies qui résultent de l'amortissement des vitesses des courants entre eux ou contre les rives. C'est ainsi que les limons de la Loire ont réuni l'île de Batz aux coteaux de Guérande ; c'est ainsi qu'ils rétrécissent chaque jour la baie de Bourgneuf, où ils sont poussés par la résultante du courant de la Loire et des courants marins.

La récolte du sel sur les côtes de la Loire-Inférieure remonte à la plus haute antiquité. Un extrait de Posidonius, relaté par Strabon (²), parle d'une île située dans l'Océan, vis-à-vis l'embouchure de la Loire, habitée par des femmes samnites et où se trouvait un temple dédié à Bacchus. Ces femmes vivaient séparées de leurs maris et ne les voyaient que deux ou trois jours par an. Chaque année, elle défaisaient le toit de leur temple et le recouvraient avec des matériaux apportés par chacune d'elles : si l'une laissait tomber son fardeau, elle était déchirée par ses compagnes. L'abbé Travers (³), dans son *Histoire de Nantes*, en a conclu que l'île de Bouin ou quelque autre à l'embouchure de la Loire, avait servi de refuge à une colonie de Samnites ou plus probablement de Namnètes (⁴) : les femmes récoltaient le sel et cultivaient

(¹) Luneau, *Recherches historiques sur l'île de Bouin*, 1874.

(²) Strabon, livre IV, tome II, p. 198. Posidonius, dont les ouvrages sont perdus, était contemporain de Cicéron.

(³) *Histoire de Nantes* de l'abbé Travers (1747) ; page 5 de l'édition publiée en 1836.

(⁴) Le texte de Strabon dans les premières éditions porte Σαμνητῶν, et les éditions postérieures, d'après Tyrwhit, ont écrit Ναμνετῶν, ce qui paraît plus vraisemblable. Il serait étrange en effet que Strabon eût signalé la présence des Samnites si loin de leur pays d'origine sans que ce fait remarquable lui suggérât la moindre observation. Claude Ptolémée parle des Samnites voisins des Venètes, notamment au livre II, chapitre VIII, mais il a surtout reproduit les travaux de ses devanciers et peut avoir copié les erreurs de leurs manuscrits. Les documents anciens ne citent pas d'ailleurs les Samnites dans l'énumération des peuplades des Gaules.

M. Parenteau, conservateur du musée archéologique de Nantes, possède deux beaux spécimens de monnaies d'or très-différents des monnaies gauloises et trouvés près de l'embouchure de la Loire. Ils représentent d'un côté une tête de femme et de l'autre un Vulcain, tenant un marteau de la main droite et de la main gauche une pièce qu'il va poser sur l'enclume représentée par un des signes X Ξ. Cette explication semble plus naturelle que de considérer ces signes comme des sigmas, qui, lettres initiales du nom, seraient les marques des monnaies samnites. — Quoi qu'il en soit, l'auteur de la présente notice est trop incompétent pour vouloir trancher une question qui a donné lieu à tant de savantes controverses.

la terre pendant que leurs maris faisaient au loin la guerre ou se livraient à la chasse dans les forêts. Chaque année elles découvraient le mulon de sel vieux pour y ajouter le sel nouveau et s'empressaient de le recouvrir pour le soustraire à l'action des pluies, et si l'une d'elle tombait avec sa charge sur la terre humide et glissante, ses compagnes l'immolaient pour détourner le mauvais présage ; telle serait l'origine de la crainte superstitieuse qui s'attache encore de nos jours au renversement d'une salière sur la table (1).

La culture des marais salants, comme elle est encore pratiquée aujourd'hui, paraît avoir été introduite par les Saxons. L'île d'Her ou de Noirmoutiers a été au sud de la Loire un de leurs premiers établissements et ils paraissent s'y être cantonnés dès le IVe siècle, dans les îles du Croisic et de Batz, d'où ils étendaient leurs déprédations jusqu'à Nantes. La forteresse de Grannone fut bâtie par les Romains en 470 après Jésus-Christ, sur les hauteurs en avant de Guérande, comme défense contre le rivage saxon (2). Jusqu'à ces dernières années, les paludiers ou colons des marais salants de Batz et du Croisic formaient une race que distinguait le respect de ses usages traditionnels et qui s'abstenait soigneusement de tout mélange avec la population environnante. Ces différences s'effacent rapidement, à mesure que les enfants des paludiers abandonnent l'industrie de leurs pères pour des professions plus lucratives. Mais tous ceux qui, comme l'auteur de ces lignes, se rattachent par leur origine à la presqu'île du Croisic (3), ne peuvent

(1) Comme le fait observer le commentateur, cette superstition est assez générale pour qu'une explication fondée sur une coutume locale ne soit guère admissible.

(2) *Précis sur le Croisic et ses environs* (Morlent, 1818.) — *Notitia dignitatum*. — (Corbilon. De Kersabiec, 1868.) M. de Kersabiec fait un rapprochement plus ingénieux qu'indiscutable entre trois localités voisines, sur le bord des marais salants, qui seraient consacrées par trois peuples différents au même dieu Soleil : *Guerande* (Guer-Grann), la ville de l'Apollon saxon; *Car-Heil* (ville-Hélios), sous l'invocation de l'Apollon grec; *Cor-Bilon* (ville-Belen ou *Baal*), nommée d'après l'Apollon phénicien. — La découverte toute récente d'une inscription phénicienne sur le bord des marais, entre Clis et Guérande (tome XIII du *Bulletin archéologique de Nantes*, 1874), confirme le séjour des Phéniciens près de l'embouchure de la Loire. Elle explique peut-être pourquoi la coiffure des métayères guérandaises offre une étrange ressemblance avec celle des têtes de sphinx et des momies égyptiennes, et pourquoi certains spécimens des poteries les plus communes ont des formes qui ne seraient pas désavouées par l'art grec et qui restent comme les témoins d'une antique civilisation.

La position exacte du port phénicien Corbilon n'est pas suffisamment prouvée par un simple rapprochement de nom, comme l'observe M. Clément de Ris dans la *Revue des Sociétés savantes des départements*, 1875, page 244 ; ce qui reste probable, c'est que les Phéniciens ont eu un établissement quelque part au bas des coteaux de Guérande. Des fouilles bien dirigées pourraient seules en déterminer l'endroit avec certitude.

(3) L'auteur descend par son aïeule paternelle de Pierre David, un des otages emmenés à Redon par le capitaine La Tremblaye, en 1597, pour punir les Croisicais d'avoir tenu pour la Ligue; son trisaïeul, René David de Drézigué, fut élu major de la milice croisicaise le 29 mai 1744; son arrière-grand-oncle, fils du précédent, élu enseigne de la milice aux mêmes élections, fut maire du Croisic pendant vingt-cinq ans, député du tiers aux Etats de Bretagne, condamné à

se défendre d'un douloureux regret en voyant disparaître, avec leur belle prestance et leur costume pittoresque, la race intelligente et fière des paludiers saxons.

Les marais salants consistent en une série de canaux et de réservoirs dont le fond est inférieur de 1m 50 à 2 mètres, au niveau moyen des marées de vives eaux : l'eau de mer est introduite pendant les grandes marées par un canal appelé *étier* ou *fossé*, dans un premier réservoir appelé *vasière*, et de là dans un deuxième réservoir appelé *cobier* ou *métière*, où elle se concentre par l'évaporation jusqu'à 7 ou 8 degrés de l'aéromètre Baumé. Elle se rend ensuite dans des compartiments appelés *fares* ou *vivres*, qui sont disposés sur le pourtour de la saline et qu'elle parcourt en diagonale, puis dans de grands compartiments intérieurs nommés *adernes* ou *hauts termins*, qui sont placés le long de la file des *œillets* et où l'eau n'a plus qu'une profondeur de 5 centimètres. Elle atteint 17 à 18 degrés de concentration dans les fares, 18 ou 20 degrés dans les adernes, et arrive enfin sur la surface des œillets, situés vers le centre de la saline, dans les conditions les plus favorables pour subir l'action du vent et du soleil, avec une profondeur d'eau de 2 centimètres sur les bords et de 5 millimètres au plus dans la portion centrale qu'on appelle le *pelluel*. Le paludier vient tous les deux jours, pendant la saunaison, avec le *rable* ou grand râteau plein en bois, attirer sur une petite plate-forme ou *ladure* le sel qui s'est formé dans l'œillet. Le sel blanc est écrêmé à la surface et recueilli à part ; le sel ramassé au fond est en gros cristaux qui retiennent quelques parcelles terreuses du fond et leur doivent une teinte grisâtre. A Bourgneuf, le sel est déposé sur une partie, disposée en plate-forme, des digues en terre ou *bossis* qui séparent les salines ; cette plate-forme s'appelle *teosselier ;* le sel y est recouvert, pour être préservé de la pluie, par des herbes grossières ou *rouches*. Dans les marais de Guérande, le sel est porté de la ladure au mulon par des porteuses, qui le transportent sur la tête avec une remarquable aisance, dans de grands vases tronconiques en bois appelés *gèdes*. Le mulon est soustrait à l'action des pluies par un enduit de terre argileuse.

L'œillet forme un rectangle de 7 mètres de large sur 10 à 11 mètres de long et représente une surface d'environ 70 centiares. Il occupe les 6 centièmes de la superficie de la saline ; l'étier, les 4 centièmes ; la vasière et le cobier ou métières, les 50 centièmes ; les fares et adernes,

mort par le tribunal révolutionnaire de Guérande et fusillé au Croisic le 30 octobre 1793. — Le droit de s'administrer eux-mêmes avait été octroyé aux Croisicais par lettres patentes de 1618, confirme en 1683 et 1703, en récompense de leurs armements maritimes aux XVe, XVIe et XVIIe siècles. Après le combat naval du 20 novembre 1759, en vue du Croisic, où M. de Conflans, amiral de la flotte française, eut son vaisseau échoué et brûlé, ils firent une si belle résistance qu'ils forcèrent les Anglais à se retirer.

40 centièmes. La surface totale de l'œillet est d'environ 6 ares, en y comprenant la part correspondante des canaux, réservoirs et chauffoirs.

La culture des marais salants est complétement abandonnée aux colons par les propriétaires, qui, la plupart du temps, ignorent même l'emplacement de leurs œillets. Néanmoins, ce qui prouve en faveur de l'intelligence des paludiers, leur méthode est parfaitement appropriée aux conditions du climat. L'examen approfondi qui en a été fait par des hommes compétents lors de l'enquête de 1866 n'a suggéré en somme que des améliorations de détail. Ainsi, il faudrait mieux défendre l'accès des marais contre les plus grandes marées, établir, outre les rigoles d'alimentation, un système de rigoles d'issue pour les eaux de pluie après les orages et pour les *eaux mères* où la concentration des sels de magnésie et de potasse, au bout d'un certain temps, empêche la cristallisation du sel marin et produit ce que les paludiers appellent l'*échaudement*. En outre, pour obtenir un meilleur rendement, il serait probablement avantageux d'augmenter la surface des réservoirs de concentration par rapport à celle des bassins de cristallisation ; en un mot, de concentrer davantage l'eau de mer avant de la faire arriver sur l'œillet (1). Mais tout progrès est d'une réalisation difficile sur un sol aussi divisé ; les marais salants de la rive droite sont répartis entre 1,600 et ceux de la rive gauche entre 280 propriétaires, dont les œillets, au lieu d'être contigus, sont presque toujours disséminés entre plusieurs salines. On comprend combien il est malaisé de s'entendre pour réaliser la moindre amélioration.

L'œillet produit en moyenne 1,200 kilos de sel gris et 80 kilos de sel blanc. Dans les bonnes années la production peut atteindre 22 *mouets* ou 1 *muid,* ce qui représente 40 hectolitres et correspond à un poids de 2,800 kilos. Il faut à peu près quarante jours de saunaison entre les mois de juin et de septembre pour obtenir une récolte moyenne. Pendant l'hiver, le paludier entretient les rigoles d'alimentation ; tous les neuf ou dix ans, avec le concours des paludiers voisins, il renouvelle et pare la surface argileuse des œillets, par l'opération dite *chaussage*. Un seul paludier cultive en général une cinquantaine d'œillets, qui sont situés sur diverses salines à des distances souvent considérables.

Voici quelle est, pour les quatre dernières années, d'après les renseignements fournis par l'administration des douanes, la répartition en tonnes des sels récoltés dans la Loire-Inférieure :

(1) *Enquête sur les sels*, 1866. — Rapport technique.

CLASSIFICATION DES SELS suivant leur destination	1871		1872		1873		1874	
	Guérande	Bourgneuf et Moutiers	Guérande	Bourgneuf et Moutiers	Guérande	Bourgneuf et Moutiers	Guérande	Bourgneuf et Moutiers
Sels taxés à l'impôt de consommation de 10 fr. pour 100 kil.	12.233	895	13.110	767	15.237	980	13.053	767
Sels transportés par cabotage.....	29.878	546	25.373	808	26.673	269	27.262	195
Sels expédiés à l'étranger.....	948	»	1.100	»	1.473	»	1.570	»
Sels employés pour la petite pêche...	345	»	404	»	406	»	238	»
Sels employés pour salaisons à terre..	182	»	250	»	565	»	389	»
Sels employés aux usages agricoles..	»	»	94	»	5	»	»	»
Totaux.....	43.586	1.441	40.331	1.575	44.359	1.249	42.512	962

En 1775, on comptait à Bourgneuf 45,000 aires de marais salants, mais l'envahissement des lais de mer, en les éloignant du rivage, les a rendus en grande partie impropres à la culture du sel et les a transformés en marais *gâts,* dont la superficie est aujourd'hui de 302 hectares et dont le seul produit est une herbe grossière appelée *rouche.* En 1810, les marais salants comprenaient 10,000 aires sur la côte sud et 30,865 œillets sur la côte nord. L'Annuaire de la Loire-Inférieure publié en l'an XI évalue la production moyenne à 44,000 tonnes de sel. Ce nombre doit être notablement trop faible, car il correspond encore à la production moyenne des vingt-cinq dernières années (1), bien que le nombre des œillets exploités se soit réduit à environ 20,000. La moyenne du prix de vente de la tonne de sel n'a pas non plus varié jusque vers 1860; elle était d'environ 15 francs et sa valeur réelle n'avait diminué qu'en suivant la dépréciation monétaire.

Mais cette moyenne ne se maintenait que par la hausse exceptionnelle qui compensait dans les mauvaises années l'insuffisance de la récolte et qui portait le prix de la tonne jusqu'à 30 et 35 francs. Désormais le prix ne se relève pas notablement dans les années improductives ; il reste à peu près stationnaire à 5 ou 6 francs la tonne sur les marais de Bourgneuf, à 6 ou 7 francs la tonne au Croisic et au Pouliguen.

(1) En 1840, la production moyenne était de 56,784 tonnes pour 35,601 œillets, d'une superficie de 2,293 hectares (T. Lorieux, 1840, *Rapport à la Société académique de Nantes.*)

M. Masseron, directeur des douanes, a indiqué 50,000 tonnes pour la production moyenne de la Loire-Inférieure, dans sa déposition, lors de l'enquête sur les sels, en 1866.

Aussi l'œillet qui valait 350 et 500 francs est tombé à 80, 40 ou même 20 francs. En 1790, il rapportait à son propriétaire un revenu de 13 fr. 25 c. qui s'est maintenu en moyenne jusqu'à 1840, qui s'est réduit de plus de moitié pendant la période de 1840 à 1860 et qui devient sensiblement nul aujourd'hui (1). Désormais, suivant son éloignement des routes ou des canaux navigables, l'œillet est abandonné comme onéreux, ou bien couvre seulement ses frais d'exploitation, ou bien enfin laisse au propriétaire un maigre bénéfice. Le portage du sel de l'œillet au mulon, payé autrefois avec du sel blanc, coûte en outre 1 fr. 50 c. par tonne; les frais annuels de réparations ou mises ordinaires qui étaient de 50 centimes atteignent 1 franc ou 1 fr. 50 c. On peut compter 1 franc de mises extraordinaires pour le chaussage et 75 centimes d'impôt, ce qui donne déjà 4 fr. 25 c. ou 4 fr. 75 c. de dépense commune, à laquelle il faut ajouter un tiers du prix de vente pour salaire du paludier, soit environ 2 ou 3 francs. Si l'œillet n'est pas placé sur le bord d'un chemin ou d'un étier navigable, il faut compter encore 2 ou 3 francs pour le *conduit* ou transport du sel à dos de cheval depuis le mulon jusqu'à la charrette ou la gabare. Le prix de revient est alors supérieur au prix de vente et l'œillet est condamné à l'abandon.

Les inégalités de leur production annuelle ont été fatales aux salines de l'Ouest, dont la clientèle, pendant les années d'insuffisance, a été peu à peu détournée au profit des salines de l'Est et du Midi. Désormais, la production des sels de l'Ouest est trop abondante pour le marché restreint qu'ils alimentent. Autrefois, ils pénétraient jusqu'à Paris, Bourges et Bordeaux : depuis le développement des mines de sel gemme, les facilités de transports données par la création des chemins de fer et les réductions de tarifs accordées aux sels de mine par les Compagnies de l'Est et de l'Ouest, aux sels de la Méditerranée par les Compagnies de Lyon et du Midi, les sels de la Loire-Inférieure ne vont plus guère au delà d'un rayon de trente à quarante lieues vers l'intérieur. La Compagnie d'Orléans leur a bien accordé des réductions de tarifs croissant avec la distance et les transporte à 3 francs la tonne de Saint-Nazaire à Nantes, à 7 francs jusqu'à Angers, 15 francs jusqu'à Paris; mais, malgré ces réductions, ils n'ont pu lutter contre la concurrence des Compagnies de l'Est et du Midi, qui abaissent leur prix de vente en raison inverse des distances à parcourir.

Les sels étrangers payent 24 francs de droits de douanes, indépendamment de l'impôt de consommation (*lois douanières du 28 décembre 1848*). Dans ces conditions, l'importation est presque nulle, et les sels de l'Ouest ont bien plus à se défendre contre les sels français de l'Est et du Midi, que contre les sels de l'Angleterre et du Portugal.

(1) Huet, *Annuaire de l'an XI.* A. Lorieux, *Du commerce et de la production des sels dans la Loire-Inférieure,* 1840. Enquête sur les sels (1866).

Mais la loi du 23 novembre 1848 a fait un tort considérable aux sels de l'Ouest en autorisant les armateurs pour la pêche de la morue à faire leurs approvisionnements en sels étrangers moyennant un droit supplémentaire de 5 francs seulement par tonne, et en exemptant même de tout droit les sels employés pour les salaisons en mer, quelle que fût leur provenance. Il eût été bien naturel de maintenir vis-à-vis d'armateurs qui reçoivent de l'État une prime de 200 francs par tonne de morue, l'obligation peu onéreuse de consommer exclusivement les sels français, autrefois préférés à tous autres pour cet usage. En 1874, sur 48,000 tonnes environ, dont 45,000 pour la pêche de la morue et 5,000 pour la petite pêche, tous les sels de l'Ouest n'entrent que pour le chiffre de 6,000 tonnes.

En même temps que la concurrence des sels de l'Est et du Midi abaisse outre mesure le prix du sel dans les marais de l'Ouest, la main-d'œuvre y a subi une augmentation notable, provenant en partie de la diminution de l'impôt sur le sel et de la suppression de la remise accordée aux paludiers.

Après l'abolition de la gabelle, en 1790, l'impôt du sel a été fixé à 40 francs par 100 kilogr. en 1813, abaissé à 30 francs en 1814 et maintenu à ce taux par la loi du 26 juin 1840, qui accordait une remise de 5 pour 100 aux sels de l'Ouest pour déchet et de 3 pour 100 aux sels du Midi et de l'Est (1). La vente du sel se trouvait forcément restreinte dans une très-forte proportion par un impôt qui élevait le prix de cette denrée à trente fois la valeur de son prix de vente sur le lieu de production. Une ordonnance royale du 30 avril 1817, pour compenser ce désavantage et soutenir une industrie alors indispensable à l'alimentation publique, rétablit une ancienne disposition abolie par la loi du 17 mars 1791, et accorda une remise des droits sur 100 kilogr. de sel à chqaue individu de la famille du paludier, à la condition expresse de rapporter en échange une quantité de grains déterminée. Cette condition explique le nom de *troque* donné à la remise de l'impôt. La troque, dans une famille moyenne de cinq membres, correspondait à une véritable subvention de 150 francs et bénéficiait indirectement au propriétaire qui trouvait des paludiers disposés à faire ses marais avec une rémunération d'un quart ou d'un tiers au plus de la récolte, tandis qu'autrement, il aurait fallu, comme pour les récoltes agricoles, accorder probablement la moitié. L'impôt sur le sel, momentanément aboli en février 1848, a été rétabli par la loi du 28 décembre 1848, à 10 francs par 100 kilogr., et la troque a été supprimée au 1er janvier 1865 (2). Le pa-

(1) Méresse. 1868, *Marais salants de l'Ouest.*

(2) M. de la Rochette, député de la Loire-Inférieure, en qui les intérêts salicoles de l'Ouest ont toujours trouvé un habile et zélé défenseur, a formulé une proposition récente pour le rétablissement de la troque avec remise du droit sur 500 kilogr. de sel par tête de chef de famille.

ludier, privé de la subvention qu'il recevait de l'État, ne pouvant faire vivre sa famille avec les 100 ou 150 francs que lui rapportait sa paluderie de 40 ou 50 œillets, et mal surveillé par le propriétaire, a cherché une augmentation de salaire en multipliant les réparations et en les faisant payer plus cher. De son côté, le propriétaire ne peut plus spéculer comme autrefois en faisant des mulons d'amas pendant les années d'abondance, puisqu'il ne peut plus espérer une forte hausse de prix pendant les années de disette.

Enfin, les consommateurs, après avoir usé des sels blancs d'autres provenances, sont devenus plus exigeants et n'ont plus voulu admettre les sels gris de l'Ouest. Il a fallu les laver et les raffiner, ce qui augmentait leur prix de 4 francs dans un cas et de 30 francs dans l'autre. On opère le lavage et le raffinage des sels dans les usines de M. Maillard, au Croisic, de MM. Benoît, au Croisic et au Pouliguen. Le sel, préalablement égrugé entre deux cylindres, tombe dans une auge en bois où circule une eau saturée de sel marin, mais capable de dissoudre les sels étrangers. L'auge est inclinée, l'eau et le sel la remontent à l'aide d'une vis d'Archimède : après avoir parcouru deux laveurs placés l'un au dessous de l'autre, le sel est remonté par une chaîne à godets dans un troisième lavoir, où il subit un rinçage dans un courant d'eau saturée bien claire, et arrive enfin dans un séchoir formé par une grande caisse rectangulaire traversée par des tuyaux où circule de la vapeur. Pour le raffinage, le sel brut est dissous dans l'eau de mer et de nouveau cristallisé par évaporation artificielle dans de grandes chaudières ouvertes et plates, chauffées à la houille. Le sel raffiné est séché par simple égouttage de manière à entraîner les sels déliquescents. Les eaux mères sont révivifiées par un chaulage qui les débarrasse de la magnésie. MM. Benoît ont fait en outre des essais pour fabriquer des sels de potasse, mais ils n'ont pas été indemnisés de leurs efforts (1).

En résumé, l'industrie du sel dans l'Ouest est trop considérable pour ses débouchés et a cessé d'être rémunératrice. Elle est enserrée dans un marché de plus en plus restreint par la production illimitée et la supériorité d'organisation de ses concurrents de l'Est et du Midi.

Elle n'a pu obtenir, à la suite de l'enquête de 1866, aucune augmentation de remise sur l'impôt pour tenir compte du déchet provenant des sels déliquescents ; elle n'a pu encore parvenir à un dégrèvement d'impôt pour ses marais classés comme terres de première classe et dont la valeur, après avoir été de 4,000 francs, est tombée aujourd'hui à 600 ou 800 francs l'hectare.

Elle ne peut guère espérer le rétablissement de la troque, qui était une véritable subvention, mais aussi une compensation légitime de la

(1) L'abondance de la carnallite ou chlorure double de potassium et de magnésium aux mines de Stassfurth (Prusse) ne parait pas devoir encourager de nouvelles tentatives pour retirer la potasse des eaux mères des marais salants.

loi d'exception qui taxe un produit industriel à plus de 10 fois sa valeur.

Elle n'a pas non plus de grandes chances pour faire réviser la loi du 23 novembre 1848 et interdire l'emploi des sels étrangers pour la grande pêche, qui est considérée comme une pépinière de la marine française et assurée à ce titre de tous les encouragements de l'État.

Il faut donc qu'elle se transforme, au moins en partie, et ses premiers efforts doivent tendre à reconstituer entre les mêmes mains l'unité de la saline, dont le morcellement s'oppose à tout progrès. Peut-être, pour remédier à l'apathie des propriétaires, qui s'habituent à se désintéresser d'une propriété devenue improductive, et pour éviter, au point de vue de la salubrité publique, les graves inconvénients qui résulteraient de l'abandon des marais salants, l'État sera-t-il forcé d'intervenir et de mettre les propriétaires des œillets abandonnés en demeure de se former, par salines ou groupes de salines, en associations syndicales, conformément au 4e numéro de l'article 1er de la loi du 21 juin 1865. Les expropriations seraient faites, au besoin, dans les formes prévues par l'article 16 de la loi du 21 mai 1836.

La saline ou le groupe de salines, une fois reconstituées sous une direction unique, pourraient alors recevoir l'appropriation la plus avantageuse, eu égard à leur position dans le marais. Toutes celles qui sont situées à proximité des chemins et des canaux navigables s'y joindraient à peu de frais, supprimeraient ainsi les frais de conduit et pourraient continuer à récolter du sel dans des conditions plus économiques. Plusieurs pourraient être utilisées comme huîtrières ou réservoirs à poissons. Quelques-unes, sans trop de frais, pourraient être transformées en prairies ou en champs cultivables.

Quant aux autres, pour les assainir, sinon pour en tirer un parti lucratif, il faudrait les planter avec les arbustes qui se plaisent dans les terrains argileux et salés. Ce serait sans doute trop ambitieux de vouloir peupler un sol ingrat et exposé à la violence des vents, avec ces eucalyptes (1) de la Nouvelle-Zélande, dont les jets sont de plus d'un mètre par an, dont le bois acajou est aussi beau que résistant, et dont les feuilles à odeur balsamique ont de précieuses propriétés pour les affections de gorge et de poitrine. Mais, en cherchant parmi les palétuviers et autres arbustes plus humbles, on en trouverait peut-être qui se contenteraient de la terre des salines amendée par les goëmons récoltés sur les côtes, et la contrée des marais, transformée en plaine verdoyante, aurait alors peine à se reconnaître. Les terrains conquis sur la mer rendrait ainsi l'équivalent des forêts qu'elle a envahies sur la rive opposée du Morbihan, et dont elle laisse apercevoir, en se retirant, le sol devenu ligneux par l'entassement de leurs débris.

(1) L'*Eucalyptus globulus*, 1872. Gubler.

M. ARMAND MOREAU

Membre de l'Académie de médecine.

FONCTION HYDROSTATIQUE DE LA VESSIE NATATOIRE.

Chacun sait qu'il y a des poissons qui ont une poche remplie d'air que l'on nomme vessie natatoire, tandis que d'autres poissons sont totalement privés de cet organe. Considérons l'influence de la pression sur chacune de ces deux classes :

Le poisson qui ne possède pas de vessie natatoire se trouvera à la surface de l'eau, ne supportant qu'une pression atmosphérique, ou bien à 300 mètres, et plus, de profondeur, supportant trente fois la pression atmosphérique, et plus encore, sans subir de diminution dans son volume, ses tissus étant, comme l'eau, sensiblement incompressibles.

Au contraire, le poisson qui a une vessie natatoire ne peut varier de pression sans qu'aussitôt cette vessie, qui n'est pas enfermée dans une cage rigide, ne subisse médiatement cette pression. Elle doit être plus dilatée près de la surface de l'eau et moins dans la profondeur; or, des variations de volume et par conséquent de densité constituent nécessairement des inconvénients et des dangers.

On a pensé qu'en contractant suffisamment ses muscles — je parle des muscles propres de la vessie natatoire et des muscles des parois abdominales — le poisson maintiendrait dans une zone superficielle le volume normal qu'il avait, et qu'en diminuant, au contraire, la contraction normale, le *tonus* ordinaire de ses muscles, il permettrait à l'air intérieur de se dilater et de conserver encore, lorsqu'il se trouvera, dans la profondeur, soumis à une pression trop forte, le volume normal, et par suite la densité qui lui convient.

Ainsi, en admettant une action de ses muscles en rapport avec la pression, mais dans un rapport inverse, il réaliserait un volume normal constant et une densité normale constante, c'est-à-dire la condition même de l'équilibre au sein de l'eau. Cette action musculaire, que l'on suppose intervenant pour assurer au poisson une densité constante, pourrait intervenir encore de la manière la plus favorable pour con-

courir, avec l'action des nageoires, soit à la descente, soit à l'ascension. Il est inutile de l'expliquer davantage; on l'admet, et telle est la solution, telle est l'opinion commune. On la trouve formulée dans le traité *De motu animalium* de Borelli, de 1680. Elle est reproduite partout; elle a été partagée par des esprits éminents. Cuvier l'a discutée et l'a admise. Biot la cite et l'accepte, sans la discuter. De nos jours, Milne Edwards la reproduit; cette théorie est inacceptable.

Pour moi la vessie natatoire est un organe d'équilibre, non de locomotion. S'il veut monter ou descendre, le poisson agit avec ses nageoires, subissant les variations de volume que lui imposent les changements de pressions et les corrigeant, non pas par des efforts musculaires, mais par une variation proportionnelle dans la quantité d'air de l'organe; c'est ainsi qu'il s'adapte à tous les niveaux.

Ce dernier point étant le point capital, le but fonctionnel positif que j'attribue à la vessie natatoire, je parlerai d'abord des faits qui l'établissent

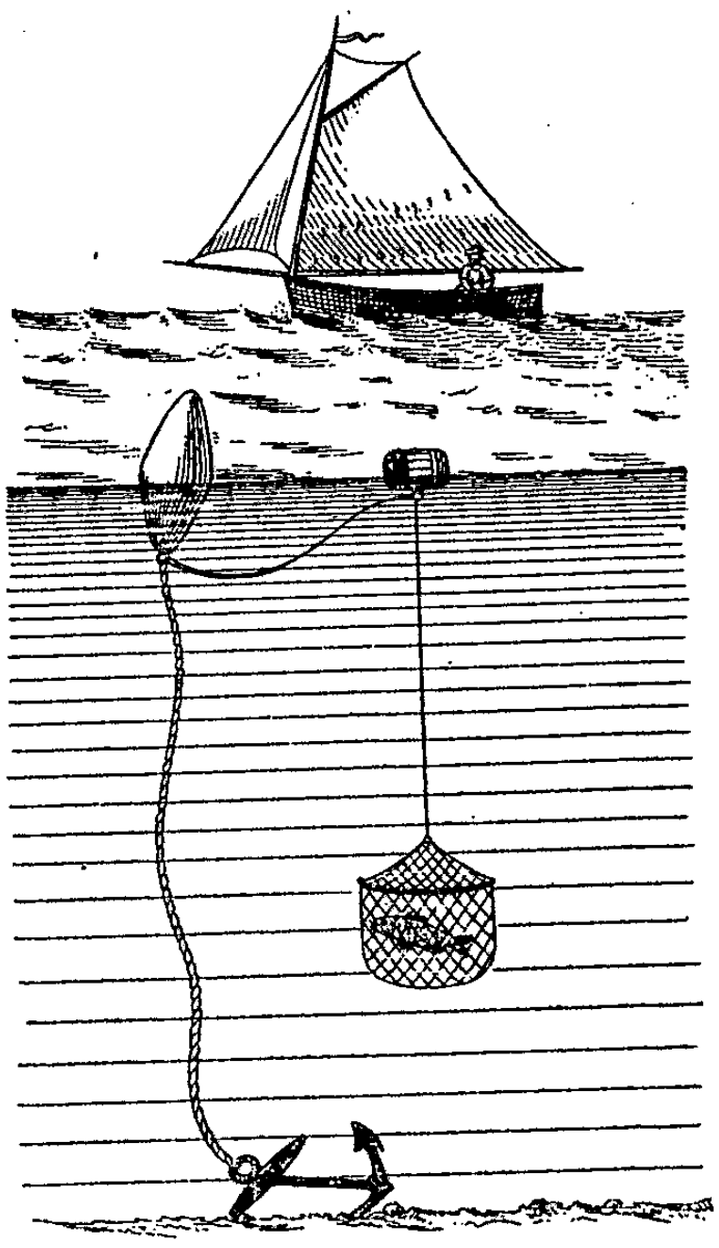


Fig. 1. — Le poisson enfoncé dans la mer.

La figure 1 offre la disposition employée pour imposer une pression constante au poisson, quelle que soit la hauteur de la marée.

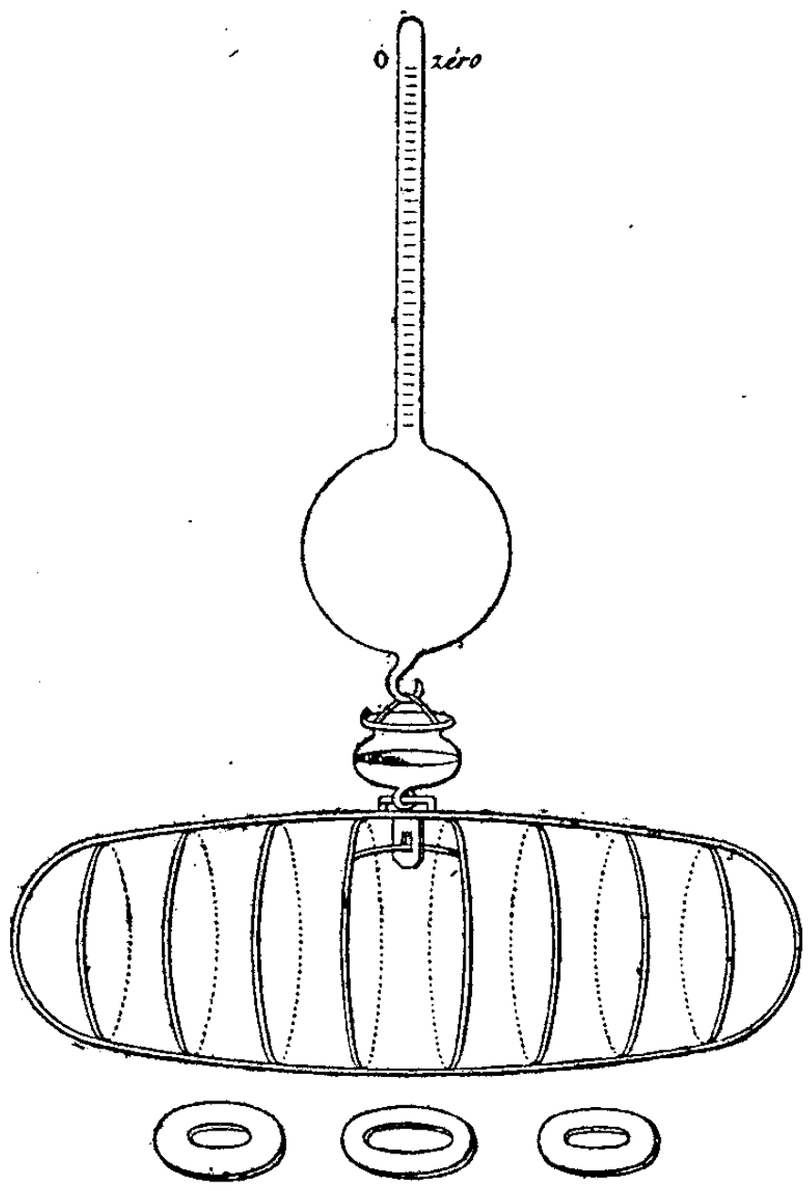
Il s'agit donc de montrer que le poisson qui change de niveau, et par conséquent de pression, emmagasine de l'air dans sa vessie natatoire, quand la pression extérieure augmentant lui fait subir une diminution de volume; et de montrer en outre que, la pression extérieure venant à diminuer, le poisson retire de la vessie natatoire l'excès d'air qu'il possédait; et que ces deux opérations cessent quand le volume atteint est le volume normal, celui qui, pour un poids qui n'a pas varié, lui donne la densité de l'eau sous la nouvelle pression que son changement de niveau lui impose.

Voici en quelques mots l'expérience :

J'ai choisi des poissons de diverses espèces, vivant dans des bassins ayant moins d'un

mètre de profondeur. Leur densité était très-voisine de celle de l'eau. J'ai mesuré exactement leur volume, et les ai placés à une profondeur de 10 mètres, dans la mer, suspendus à une bouée dans un panier chargé de poids (fig. 1). Le lendemain, je les ai repris; ils avaient augmenté de volume. Replacés aussitôt, ils augmentèrent encore de volume, pendant trois et quatre jours, puis s'arrêtèrent. Je les retirai alors et les plaçai dans une eau très-peu profonde; ils possédaient une densité plus faible que celle de l'eau, et revinrent peu à peu, en trois ou quatre jours, à leur densité primitive et à leur volume normal.

Dans cette expérience, où je soumets les poissons enfermés dans des paniers à des pressions différentes, en les maintenant tantôt à 10 mètres de profondeur, tantôt à la surface, je mesure les variations de volume de la façon suivante :



La figure 2 représente les pièces de l'appareil qui servent à donner les différences de volume du poisson.

Cet appareil se compose essentiellement du densimètre de verre ayant un tube gradué dont le volume de plusieurs centimètres cubes doit dépasser un peu les différences de volume à mesurer, et de la cage contenant le poisson. Au besoin, un godet s'ajoute entre ces deux pièces, pour obtenir, à l'aide du mercure, l'affleurement que l'on désire au début de l'expérience ; et comme il faut employer rigoureusement dans tous les essais ultérieurs le poids employé au début, je remplace le godet par des anneaux métalliques enfilés dans le tube de densimètre, quand j'opère sur des espèces difficiles à contenir, telles par exemple que les trigla (grondins), dont les soubresauts violents secouent le godet et peuvent faire tomber une partie du mercure.

Le poisson qui est resté à la surface un temps suffisamment long, est placé dans la petite cage suspendue à un densimètre constitué par une boule de verre terminée supérieurement par une tige longue ; on le fait affleurer au zéro à l'aide de petits poids surajoutés ; puis, après ce séjour assez prolongé dans les profondeurs, il est retiré et immédiatement replacé dans le même appareil ; la tige du densimètre s'élève hors de l'eau, et le nombre de centimètres cubes qui émerge, comptés à partir du zéro, représente précisément l'augmentation de volume du poisson (que l'on admet n'avoir pas changé de poids). On constate donc qu'après un séjour dans la profondeur, il augmente de volume *si on le replace à la pression initiale, c'est-à-dire à la surface de l'eau.* Et réciproquement, le poisson qui possède alors un certain volume, diminue de volume quand on le laisse à la surface pendant quelques jours. Il possède donc une quantité d'air en rapport direct avec la pression. Et par suite, comme le volume diminue quand la pression augmente, il réalise aux différentes profondeurs une constance de volume et de densité par cet artifice, tout à fait différent de celui que l'on admettait, savoir, l'effort musculaire.

Le poisson possède donc le volume et la densité convenable pour peu qu'il séjourne dans un plan horizontal pendant quelque temps, temps variable suivant les espèces. S'il s'écarte de ce plan, il perd de plus en plus cette densité.

Dans ces expériences, je pus voir qu'à une profondeur de 10 mètres ils avaient doublé la quantité de gaz qu'ils possédaient primitivement. Or, cette profondeur leur imposait une pression double de celle qu'ils subissaient à la surface de l'eau.

Soumis aux mêmes épreuves, les poissons sans vessie natatoire m'ont offert un volume constant.

On voit qu'un certain temps s'écoule pour la formation de l'équilibre sous une pression nouvelle, mais cet équilibre se forme. Et, dès lors, ce que nous avons vu admettre, ce qui a paru vraisemblable, cette adaptation du volume à la pression extérieure par l'action des muscles, la théorie, l'opinion commune n'a plus lieu d'être proposée. C'est par un artifice tout différent que le poisson recouvre la densité normale qu'une pression nouvelle lui avait fait perdre. Les muscles n'ont pas de travail à exécuter, puisque la quantité d'air se modifie précisément dans le rapport qui convient pour que la densité du poisson soit toujours celle de l'eau.

On voit ici ce que peut dans une question apporter un fait nouveau. Comme un facteur nouveau dans un produit, il peut en changer complétement le sens. Je le répète, c'est en proportionnant la quantité de gaz contenue dans la vessie natatoire avec la pression extérieure que

le poisson obtient un volume constant, et, si la pression augmente, il emmagasine une nouvelle quantité de gaz par un travail analogue à celui des sécrétions. — Si la pression diminue, il absorbe l'excès de gaz.

Comme ce travail d'accommodation de la quantité d'air de la vessie natatoire à la pression nouvelle qu'il subit s'il descend ou s'il monte n'est pas instantané, on peut se demander si, dans certaines limites, plus ou moins étroites, le poisson n'a pas aussi une action différente sur son volume, s'il ne le modifie pas, comme on l'admet, par l'action de ses muscles. Or les deux expériences qui suivent montrent que le poisson offre dans son volume une variation qui correspond exactement au changement que la pression extérieure lui impose, et par conséquent que le poisson ne fait pas intervenir l'action de ses muscles pour prendre la densité normale s'il se repose, ni pour prendre la densité qui favorise sa progression s'il veut descendre ou s'il veut monter.

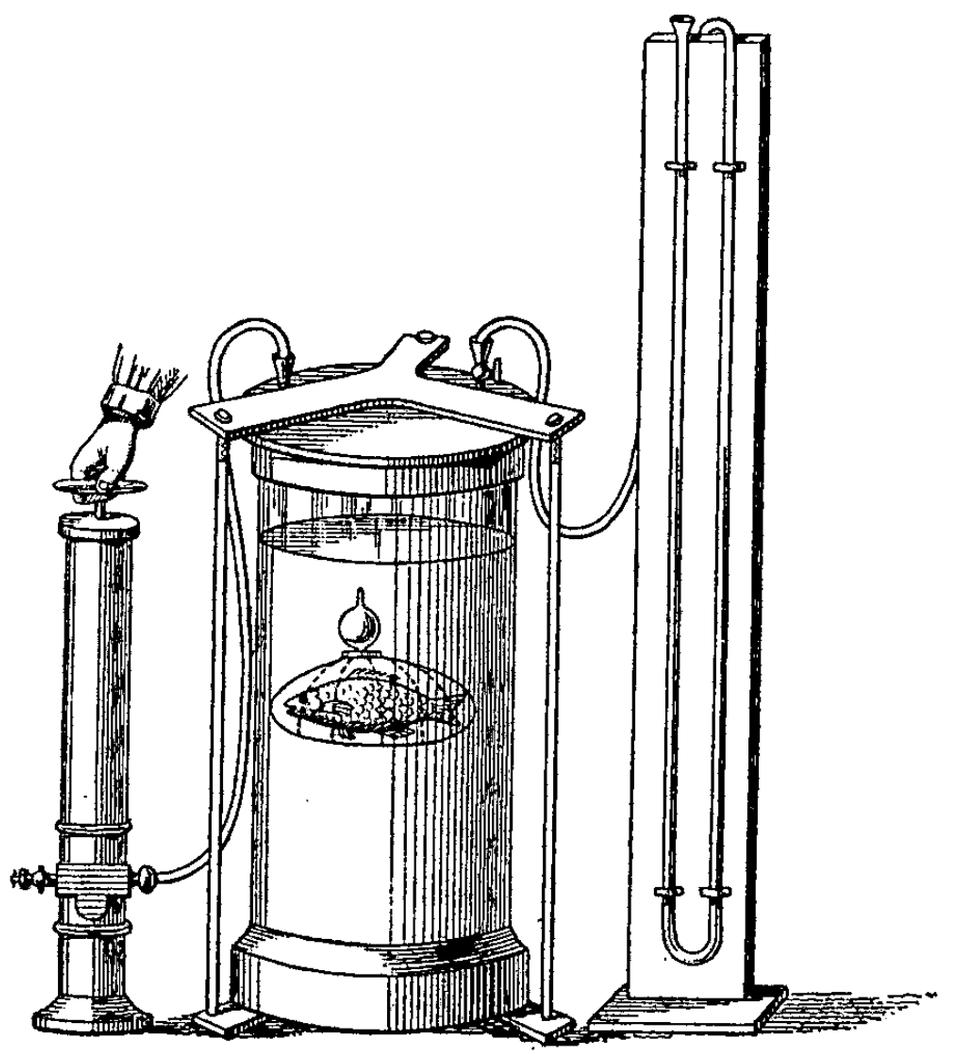


Fig. 3. — Le poisson ludion.

La figure 3 représente non pas le poisson qui tombe dans l'eau ou s'élève avec l'appareil qui le contient, mais le poisson maintenu immobile pendant un temps indéfini par la pression de la main constamment soutenue et ménagée. — Cette expérience montre qu'un poisson qui a une vessie natatoire, comme celui qui est figuré, devient un ludion dès que l'action de ses nageoires vient à être supprimée; dans les mêmes conditions, le poisson qui n'a pas de vessie natatoire se comportant au contraire tout autrement et comme fait un corps dont le volume ne varie pas avec la pression, elle montre en même temps qu'un poisson court, par la variation de volume qu'il subit en changeant de niveau, un danger que ne court jamais celui qui n'a pas de vessie natatoire.

Dans un bocal haut d'environ 60 centimètres, et plein d'eau, mais non complétement, je place un appareil composé d'une cage légère en métal, contenant un poisson vivant (poisson muni d'une vessie natatoire), suspendu à un ballon de verre, terminé par une pointe effilée et soutenant un godet de mercure (fig. 3).

Cet appareil aura, si l'on verse dans le godet une quantité convenable de mercure, une densité moyenne très-voisine de celle de l'eau, et on le reconnaîtra à la petite saillie que fera au-dessus de l'eau la pointe effilée du ballon. Les choses étant ainsi disposées, un couvercle solide est fixé sur le bocal, et par une ouverture on comprime ou on raréfie l'air ; par l'autre on fait communiquer l'air intérieur avec un manomètre.

Voici ce que l'on observe : aussitôt que l'on a comprimé assez l'air pour que la pointe du ballon s'enfonce au-dessous de la surface, on s'arrête, et, l'appareil conservant une pression intérieure constante, comme le prouve le manomètre, on voit que le poisson descend jusqu'au fond. De plus, on verra que pour le faire remonter, il faudra, à l'aide de la pompe aspirante, retirer une quantité d'air telle que le manomètre *à eau* marque un niveau élevé au-dessus du niveau noté au moment de la chute, d'une longueur précisément égale à la verticale parcourue par le poisson dans sa chute.

Ainsi le volume est diminué exactement en raison de la pression subie. Si le poisson était ainsi fixé dans une cage et placé dans la mer, une fois qu'il aurait commencé à descendre, il descendrait jusqu'au fond, sans s'arrêter avant le sol.

J'ai fait cette expérience avec des poissons vivants, avec des poissons morts. Ils se comportent de même. Le poisson vivant obéit à la pression intérieure comme le poisson mort. Il se comporte comme un ludion.

Il convient d'aller au devant de toutes les objections ; or, ne peut-on pas dire : Ce poisson est en cage; il est gêné, il ne peut mouvoir ses nageoires ; et peut-être que nageant librement, il ferait avec ses muscles sur sa vessie natatoire des efforts qui en modifieraient le volume, efforts synergiques avec le jeu des nageoires, et dont l'effet s'ajouterait utilement à leur action pour descendre ou pour monter. L'expérience suivante répond à cette question et répond négativement :

Le même grand bocal (fig. 4) est surmonté cette fois d'un couvercle de forme conique et tel que l'air, se réfugiant au sommet du cône à mesure que l'eau pénètre, disparaît complétement quand on achève de la verser. Un tube, de calibre étroit, coudé à angle droit, est fixé au haut de l'appareil et permet à l'eau intérieure d'avancer ou de rétrograder, suivant qu'il se fait une dilatation ou une diminution de volume.

Un poisson vivant (à vessie natatoire) est placé d'avance dans le bocal. Il monte, il descend librement. Que voit-on ?

On voit dans le tube horizontal que l'eau avance vers l'extérieur à mesure que le poisson s'élève du fond vers la surface.

On voit que, si le poisson s'arrête, l'eau cesse d'avancer vers l'extérieur, et que, s'il descend, l'eau rétrograde vers l'intérieur.

Ainsi le volume du poisson, volume accusé par la progression de l'eau dans le tube horizontal, augmente à mesure que la hauteur du poisson au-dessus du fond augmente.

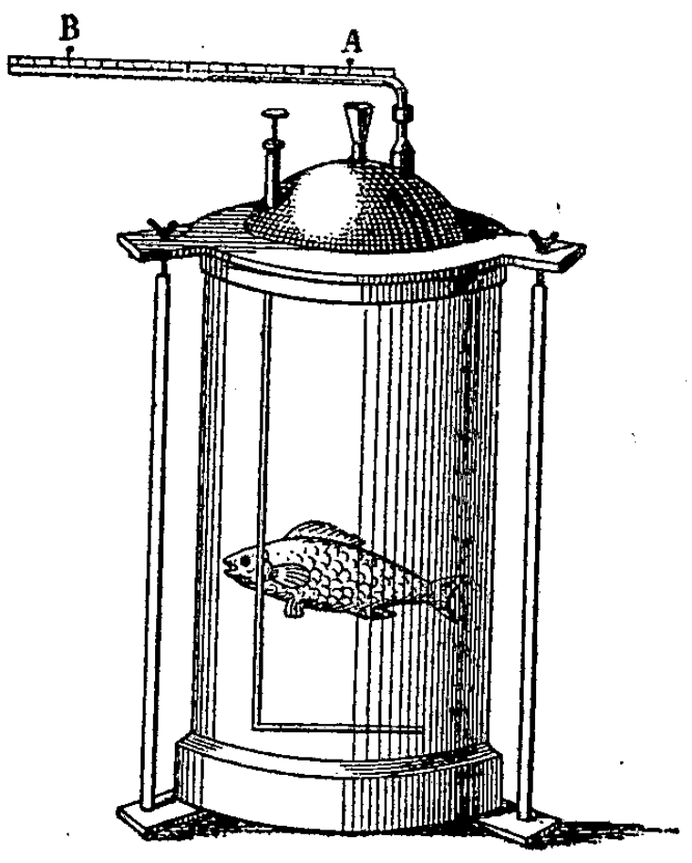


Fig. 4. — Le poisson libre.

La figure 4 représente un poisson qui monte et descend dans un bocal entièrement plein d'eau; s'il a une vessie natatoire, l'eau, à mesure qu'il monte, s'avance de A jusqu'en B et demeure au point B tant que le poisson reste au haut de l'appareil. S'il n'a pas de vessie natatoire, l'eau demeure au même niveau A après comme avant l'ascension. Cette expérience montre que le poisson qui a une vessie natatoire n'agit pas avec ses muscles pour modifier le volume de cet organe et par là garder ou prendre la densité qui lui convient, mais qu'il varie de volume même pour les plus faibles différences de niveau.

La densité de l'eau est la même au haut de l'appareil et en bas. Et nous constatons que le poisson qui vient de s'élever du fond a toujours augmenté de volume, et de plus, que tant qu'il restera au haut de l'appareil, se mouvant dans un plan horizontal, l'eau immobile indiquera que le volume du poisson est constant. Par conséquent, le poisson qui se trouve dans un milieu dont la densité est constante garde un volume qui est en rapport avec la pression intérieure. Si donc il avait en bas le volume qui lui donne la densité de l'eau, il perd ce volume à mesure qu'il monte, et ne le reprend pas (sinon au bout d'un temps très-long et par un changement convenable dans la quantité d'air qu'il possède). Il subit donc une condition fâcheuse pour son équilibre. On ne peut donc pas admettre que le poisson agit sur sa vessie natatoire avec ses muscles, car il ne le fait pas, nous le voyons, et il est dans les conditions où il devrait le faire.

J'ai mis des poissons sans vessie natatoire dans ce même bocal (des squales, des soles, etc.). Ils se sont élevés du fond au sommet, et l'eau a gardé une place invariable dans le tube horizontal. Ainsi ces poissons ne changent pas de volume comme ceux qui nous occupent.

Comparons, pour terminer, ces deux sortes de poissons.

Celui qui n'a pas de vessie natatoire possède normalement, comme il résulte des expériences de Delaroche, une densité toujours supérieure à la densité de l'eau. Il n'est jamais en équilibre dans l'eau. Il a toujours des efforts de nageoire à faire pour ne pas tomber au fond. Là il peut se reposer, et la forme aplatie, si commune parmi ces espèces, les squales, les raies, les soles, etc., l'indique, et c'est ce que confirme l'observation de tous.

Celui qui a une vessie natatoire trouvera toujours, quand la profondeur de l'eau et la pression extérieure de l'air ne lui feront pas défaut, un plan où il possédera exactement la densité de l'eau.

Ce plan peut être appelé le plan des moindres efforts.

La forme carénée si fréquente chez ces poissons montre qu'ils vivent dans un milieu mobile, et aussi qu'ils ne sont pas conformés pour s'appuyer sur un sol résistant, ce qu'ils ne peuvent faire qu'en s'inclinant gauchement sur le côté.

La faculté de proportionner la quantité de gaz à la hauteur à laquelle ils se tiennent, faculté qu'établit la première expérience citée, montre que le poisson muni de vessie natatoire peut vivre en repos à toutes les hauteurs de la mer et les choisir suivant ses besoins, *à la condition qu'il passera lentement de l'une à l'autre.* Il lui est interdit de franchir rapidement une distance verticale un peu considérable, car il subit dans ce passage rapide un changement de densité qui peut lui être fatal.

On voit par cette comparaison que l'organe dont nous parlons est un organe de station, non de locomotion.

Le poisson qui a une vessie natatoire est un ludion, mais un ludion vivant. Physiologiquement, il change la quantité d'air qu'il possède ; il la change aussi dans des conditions spéciales que je n'aborderai pas ici.

On m'a demandé si dans la théorie nouvelle que je donnais, la vessie natatoire était un perfectionnement dans l'organisme du poisson. Je répondrai à cette question en citant le mot suivant :

Omnis determinatio est negatio, c'est-à-dire, dans le cas présent, l'organe en question constitue, au point de vue de la station dans l'eau une supériorité, au point de vue des déplacements rapides, déplacements mesurés suivant une verticale, un inconvénient et même un danger. Telle est la conclusion de mes recherches actuelles.

Cette conclusion je vais l'exprimer encore en d'autres termes :

Comme tout ce qui existe dans la nature, l'organe doit être vu dans certaines conditions qui, réalisées, le constituent dans un état d'harmonie que nous apprenons, par l'analyse et l'étude, à apprécier. Or, le poisson qui a une vessie natatoire et que l'on considère dans ce plan

que j'ai appelé le plan des moindres efforts, possède un équilibre et une liberté de mouvements qu'aucun animal terrestre et même qu'aucun oiseau ne peut posséder. C'est dans ce plan que le poisson est plus parfait que les poissons sans vessie natatoire. S'il en sort pour s'élever ou descendre, il lui faut corriger par divers artifices, dans l'étude desquels je n'entre pas ici, la densité différente de la densité de l'eau que la pression nouvelle lui impose. Il est donc, s'il se meut hors du plan horizontal, moins favorisé que celui dont la densité ne varie pas avec la pression.

Pour simplifier cette dissertation, j'ai parlé seulement des poissons dont la vessie natatoire est tout à fait close, comme la perche. Il est des poissons dont la vessie natatoire s'ouvre dans le canal digestif, par exemple les carpes. Il en est aussi dont la vessie natatoire s'ouvre au dehors, dans la cavité des branchies, par exemple le caranx trachurus. Pour ces poissons, l'adaptation au volume convenable pour réaliser une densité constamment égale à celle de l'eau, se fait quand ils montent, non plus par l'absorption, mais par l'émission au dehors de l'excès de l'air. Quand ils descendent, ils se comportent comme ceux qui ont la vessie close. Ils augmentent la quantité d'air de leur vessie natatoire.

Nota. — Les expériences citées ont été faites à Concarneau, soit en mer, soit dans l'aquarium. Je dois à M. Et. Guillou, maître pilote, pour la connaissance des profondeurs de la baie, et pour son assistance dans les expériences faites au large et prolongées pendant plusieurs jours, quel que soit le temps, les plus grands remercîments.

Plusieurs savants, de passage à Concarneau, ont été témoins de ces expériences, d'ailleurs faciles à reproduire, surtout pour celui qui habite auprès d'un lac profond.

D'autres détails relatifs à la vessie natatoire, particulièrement à l'existence d'un canal de sûreté que j'ai découvert sur le caranx trachurus, et qui constitue un véritable perfectionnement de cet appareil hydrostatique, se trouvent dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*. Tome 78, p. 541, p. 737. Tome 79, p. 1295 et 1517. Tome 80, p. 1247.

SÉANCE GÉNÉRALE

Du 25 août 1875

PRÉSIDENCE DE M. D'EICHTHAL

Dans cette séance, MM. Quivogne, Marey, Béchamp et Broca ont pris successivement la parole et présenté les communications suivantes :

M. F. QUIVOGNE

Vétérinaire à Lyon.

DE L'EXPORTATION DES CHEVAUX ENTRE LA FRANCE ET L'ALLEMAGNE

Messieurs,

Ce n'est pas sans crainte, ni sans éprouver une émotion profonde que je prends la parole devant le Congrès réuni en séance générale; car je dois examiner devant vous une question fort délicate, qui impressionne vivement, en France, l'opinion publique depuis quelques mois et qui mériterait d'être étudiée ici par une voix plus expérimentée et, surtout, plus habile que la mienne.

Pour oser affronter ce périlleux honneur, il m'a fallu non-seulement, Messieurs, les bienveillants encouragements des membres de la Section d'Economie politique, mais encore l'affirmation de leur part qu'en venant étudier devant vous la question que j'avais eu déjà l'honneur de leur soumettre, je ferais une chose qui pourrait être de quelque utilité pour mon pays.

J'espère donc, Messieurs, que, tenant compte des sentiments qui m'animent, vous voudrez bien m'accorder votre bienveillante indulgence, de laquelle j'ai un si grand besoin, pendant les courts instants que j'ai à vous entretenir.

Je dois vous parler, Messieurs, de l'exportation des chevaux entre la France et l'Allemagne; et, dans le cours de cette étude, qui devient brûlante par le fait même des circonstances que nous traversons en ce moment, je ferai tout mon possible pour me borner à un simple et

sobre exposé de faits et de chiffres que vous interpréterez parfaitement et sans mon concours.

Ce sont les mesures prohibitives récemment prises par l'Allemagne au sujet de l'exportation des chevaux de ce pays qui ont attiré parmi nous l'attention publique sur cette question, qui, sans cela, ne serait probablement pas sortie du domaine des affaires relatives à notre commerce international.

Mais, quoique soulevée, la question est restée, du moins en France, absolument entière; car en ce moment même les étrangers achètent et emportent nos chevaux français aussi librement que par le passé, et nous n'avons aujourd'hui que le seul avantage de pouvoir constater un fait auquel nous ne songions pas il y a quelques mois.

La presse française a bien essayé de soulever un semblant de débat sur cette situation toute particulière; mais, dans cette circonstance, il me semble que l'on a trop négligé le côté le plus important de la question, pour ne s'occuper que des explications fournies par les publicistes d'Outre-Rhin pour motiver la mesure d'interdiction qui vient d'être prise dans leur pays.

C'est afin d'éclairer un peu cette situation et de ramener le débat sur le terrain qu'il mérite d'occuper, que je vais essayer, Messieurs, de vous démontrer :

Que, contrairement à l'affirmation de nos voisins, ce n'est pas la France qui, depuis quatre ans, s'est emparée des chevaux de l'Allemagne, mais bien l'Allemagne qui, au contraire, n'a pas cessé d'accaparer les chevaux de la France.

J'établirai ensuite quel est le but que, dans cette circonstance, doit poursuivre l'Allemagne contre nous ;

Puis, sous forme de conclusion, j'essaierai d'indiquer les mesures qu'il nous reste à prendre pour parer aux éventualités de la situation qui nous est faite.

D'après le relevé général des douanes françaises, la France a, pendant les trois dernières années et les six premiers mois de l'année courante, laissé sortir de son territoire, en commerce spécial, 74,385 chevaux et 56,290 mulets, c'est-à-dire un total de 130,675 solipèdes.

Sur ce nombre de 74,385 chevaux, il en a été expédiés directement en Allemagne 15,262. Nous en avons livré, en outre, 14,873 à la Belgique ; 8,555 à la Suisse ; plus de 20,000 à l'Angleterre et le restant dans d'autres pays.

Lorsqu'on examine ces chiffres et la destination de tous ces chevaux, on est immédiatement surpris, Messieurs, de voir la Belgique, par exemple, nous en exporter 14,873, et la Suisse, 8,555.

Personne n'ignore en effet, Messieurs, que les ressources de l'industrie chevaline de ces deux petites nations voisines sont en quelque sorte inépuisables et qu'elles dépassent de beaucoup les besoins de ces deux pays, qui, de ce chef du moins, n'ont jamais eu à réclamer de pareils secours à leurs voisins. Avant la guerre de 1870-71, la Belgique, par exemple, n'achetait guère en France que 500 chevaux en moyenne par an : ses achats ont été de 556 chevaux en 1868, de 490 en 1869 et de 456 en 1870.

Ce n'est pas pour sa défense ; ce n'est pas davantage, Messieurs, pour son industrie que la Belgique serait venue nous demander, depuis 1871, près de 15,000 chevaux français ; car, pendant ces mêmes années 1872, 73 et 74, elle nous a livré plus de 4,000 chevaux chaque année, c'est-à-dire, à peu près autant qu'elle en a reçu de nous. Et puisqu'elle nous cède si facilement les siens, nous pouvons donc affirmer qu'elle n'a pas besoin des nôtres.

De prime abord, Messieurs, on ne comprend pas dans quel but et pourquoi, pendant ces trois dernières années, la Belgique nous aurait acheté 14,873 chevaux, et la Suisse 8,555 ; et l'on saisit encore moins bien la cause de cet engouement subit de nos voisins pour ce produit de notre industrie, lorsque l'on constate, comme nous venons de le faire, que, précédemment, ce même produit était à peu près délaissé par ces mêmes nations.

Mais lorsqu'on veut bien se rappeler, Messieurs, que les frontières de l'empire d'Allemagne touchent à la Belgique et à la Suisse, le passage d'une pareille quantité de chevaux français par nos frontières belges ou suisses n'a plus rien d'étrange et s'explique aisément par ce simple fait : c'est que, les 14,873 chevaux français entrés en Belgique et les 8,555 passés en Suisse, n'ont fait que transiter à travers ces deux pays, pour se rendre en Allemagne, leur véritable destination !

Ce n'est donc plus seulement, Messieurs, 15,262 chevaux français que nous avons livrés à l'Allemagne, pendant ces trois dernières années, mais bien un total de 38,690 chevaux, c'est-à-dire, près de 13,000 chevaux chaque année !

Et je vous prie de vouloir bien remarquer, Messieurs, que dans ces calculs je ne tiens aucun compte des vingt et quelques mille chevaux qui, dans le même laps de temps ont été expédiés de France en Angleterre.

Un pareil chiffre d'exportation est, cependant, bien fait pour nous surprendre et doit même nous paraître aussi étrange que les précédents ; car, avant nos désastres, l'Angleterre ne nous achetait pas 400 chevaux par an (363 chevaux en 1868 ; 286 en 1869 et 539 en 1870) ; et à partir de 1871, Messieurs, c'est plus de 7,000 chevaux que cette nation nous a achetés chaque année !

Un engouement pareil et aussi subit m'autoriserait donc à rechercher encore quelle a été la véritable destination de ces vingt et quelques mille chevaux français, expédiés en Angleterre depuis trois ans; et les recherches pourraient peut-être me servir à augmenter encore le chiffre de 38,690 chevaux, que je viens d'établir comme représentant le mouvement d'exportation qui, pendant le même temps, s'est effectué, par terre entre la France et l'Allemagne. Mais je me contente de ce dernier chiffre qui me paraît plus que suffisant pour ma première démonstration.

Pendant les années 1872, 73 et 74, et les dix premiers mois de l'année courante, nous avons donc, Messieurs, livré directement à l'Allemagne et par les frontières belges ou suisses, 38,690 chevaux français.

Veut-on savoir, par contre, combien la France a importé de chevaux d'Allemagne, pendant cette même période de trois années? Rien n'est plus facile, Messieurs; et c'est encore l'administration des douanes qui nous renseignera à ce sujet.

Cette exportation, contre laquelle on s'élève tant et que l'on affecte de nous reprocher si bruyamment au delà du Rhin, depuis quelques mois, a été de 2,600 chevaux en 1872; de 3,024 en 1873 et de 3,323 en 1874. Ce qui constitue, pour les trois années, un total de 8,947 chevaux allemands importés en France, contre 38,690 chevaux français exportés en Allemagne!

C'est-à-dire, Messieurs, que, depuis trois ans, la France a livré à l'Allemagne à peu près cinq fois plus de chevaux qu'elle n'en a reçu d'elle.

Si donc, Messieurs, il y a eu un déficit quelque part sur la population chevaline, c'est en France!

Et si quelqu'un doit craindre les conséquences de ce déficit et a le droit, comme le devoir, de prendre des mesures pour y parer, c'est la France!

Telle est, Messieurs, la première démonstration que je tenais à vous faire; et je vous laisse le soin de tirer les conclusions qui en découlent.

S'il n'y avait, dans cette affaire de l'exportation des chevaux entre la France et l'Allemagne qu'une simple question de commerce international, que chaque pays a, d'ailleurs, le droit de régler comme bon lui semble et si je n'avais pas eu d'autre but que de me procurer la satisfaction facile d'établir, devant vous, la preuve qui précède, je n'aurais certainement pas entrepris cette étude et encore moins accepté le périlleux honneur de prendre, aujourd'hui, la parole sur ce sujet.

Mais vous avez sans doute déjà compris, Messieurs, qu'il y a, dans cette question, quelque chose de beaucoup plus grave et de plus impor-

tant à examiner. Je veux parler du but que doit poursuivre et que poursuit certainement l'Allemagne dans cette circonstance.

Permettez-moi donc, Messieurs, d'examiner brièvement ce point particulier et si important de la question qui nous occupe.

Je vais être obligé, Messieurs, d'éveiller des souvenirs, de rappeler des faits qui raviveront en vous de nobles et de patriotiques douleurs; mais vous me pardonnerez, j'en suis sûr, car, petits et grands, nous poursuivons tous, ici, le même but : le relèvement de la patrie!

Vous savez, à présent, Messieurs, combien nous avons expédié de chevaux français en Allemagne ; mais nous devons rechercher de suite si les besoins industriels ou autres du nouvel empire sont la véritable cause de cette exportation considérable.

L'industrie chevaline de l'Allemagne a toujours été et est encore aujourd'hui florissante au point de satisfaire à tous les besoins de ce pays. D'ailleurs, nos désastres n'ont fait, malheureusement hélas! qu'augmenter encore ces puissantes ressources, que je regrette de ne pouvoir énumérer ici.

Mais, Messieurs, ce qui prouve le mieux que la cause de l'engouement si subit de nos voisins pour les chevaux de la France, ne réside pas dans les besoins nationaux que je viens de vous indiquer, c'est que, avant la guerre de 1870-71, tous les Etats allemands réunis n'achetaient, en France et en moyenne, que 1,800 chevaux environ par an! Ces achats furent de 1,771 chevaux en 1868 ; de 2,134 en 1869, et de 776 en 1870.

Nous devons donc chercher ailleurs quel est le véritable but que poursuivent les Allemands dans cette circonstance. Et c'est en examinant froidement, loyalement, les conséquences qui découlent de la situation que les événements nous ont faite, que nous découvrirons, je l'espère du moins, la vérité sur ce point.

Soit qu'il s'agisse de simples individus ou de nations rivales en présence, je crois, Messieurs, que, dans beaucoup de cas, avant de songer à affermir ses ressources ou à augmenter ses propres forces, il est souvent préférable de s'appliquer, d'abord, à amoindrir celles de son adversaire, surtout lorsque celui-ci s'y prête.

Je ne suis certainement pas ici, Messieurs, pour vous parler longuement de l'habileté et de la perspicacité de nos voisins ; car si je n'écoutais que mes sentiments, c'est tout autre chose que leur apologie que j'aurais à vous faire ; mais il n'y a rien d'exorbitant, je crois, à admettre que la règle de conduite que je viens de formuler, a dû leur servir de guide dans l'œuvre qu'ils poursuivent si méthodiquement contre nous depuis la dernière guerre.

D'ailleurs, les Allemands connaissent de longue date les ressources

industrielles de la France et savent fort bien de quels efforts, de quels sacrifices nous sommes capables. Mais ce qu'ils savent encore mieux, Messieurs, c'est que, sans le cheval, toute réorganisation militaire est impossible aujourd'hui, et que la production de cet indispensable instrument de guerre ne s'improvise pas, mais est soumise partout, au contraire, à des règles immuables que le génie industriel le plus puissant et le plus fécond ne peut ni transgresser ni amoindrir.

Priver la France des chevaux dont elle pouvait avoir besoin a donc été, immédiatement après la guerre, le but que se sont proposé d'atteindre nos voisins. Je vais essayer, Messieurs, de vous en donner la preuve.

La guerre de 1870-71 nous a fait perdre, immédiatement et directement, au moins 100,000 chevaux.

D'un autre côté, et afin de répondre aux pressants besoins que nous imposaient alors les circonstances, c'est-à-dire toujours par le fait de cette même guerre, on peut affirmer que, pendant cette terrible période de 1870-71, 300,000 juments, au moins, n'ont pas été saillies ou n'ont pu donner les produits que l'on attendait d'elles. Ce second déficit est donc plus considérable encore que le précédent.

Mais pour remplacer les 100,000 chevaux perdus pendant la campagne, nous ne pouvions évidemment compter, pendant les années 1872-73 et 74, que sur les chevaux qui, par défaut d'âge, n'avaient pu concourir aux remontes de 1870-71, c'est-à-dire, que sur les chevaux nés en 1867, 68 et 69 et qui, successivement, atteignaient leurs cinq années en 1872, 73 et 74.

En nous privant de cette ressource puissante restée à peu près intacte dans le pays, puisque les besoins de la guerre ne l'avaient pas atteinte, c'était entraver immédiatement et d'une façon directe notre réorganisation nationale pendant les années 1872-73 et 74. C'est ce que nos voisins me semblent avoir, malheureusement, trop bien saisi.

En effet, Messieurs, avant la guerre de 1870-71, l'Allemagne n'achetait en France, je vous l'ai déjà dit, que 1,800 chevaux environ et en moyenne par an. Mais à partir de 1872, le chiffre de l'exportation des chevaux français en Allemagne triple, quintuple, décuple presque, vous le savez, et progressivement sans que rien soit venu, jusqu'à ce jour du moins, entraver cet envahissement d'un nouveau genre. C'est-à-dire que tous les chevaux de cinq ans que les Allemands ont pu nous acheter, pendant les années 1872-73 et 74, nous ont été enlevés au fur et à mesure de leur apparition ; et que tous ceux du même âge qu'ils nous achètent, en ce moment même, avec une ardeur toujours croissante, dans tous nos pays d'élevage, sur tous nos marchés et à tout prix, sont des chevaux nés au printemps de 1870, quelques mois avant la guerre, et que nous aurions pu utiliser pendant l'année 1875.

Il n'y avait évidemment pas, Messieurs, de plus sûr moyen à appliquer pour nous empêcher de combler le premier déficit de 100,000 chevaux, produit par la guerre de 1870-71, sur la population chevaline du pays.

Mais la tâche de nos voisins ne pouvait s'arrêter là; car ils savaient trop bien, hélas! que, par le fait de la non-fécondation des 300,000 juments, dont je parlais il n'y a qu'un instant, notre industrie chevaline se trouvait sous le coup d'un second déficit plus considérable encore que le précédent.

Ce second déficit ne pouvait se faire sentir ni en 1872, ni en 1873, ni en 1874; car la gestation de la jument étant de onze mois, les chevaux qui auraient dû naître en 1871 ou 1872 n'auraient pu être mis en service qu'en 1876. Mais en admettant qu'il n'y eût eu à peu près que la moitié de ces 300,000 juments de fécondées en 1870-71, cette fécondation n'ayant pas eu lieu, il n'en résulterait pas moins un déficit de 150 à 200,000 têtes dans le chiffre des naissances en 1871-72; et, conséquemment, un déficit égal dans le nombre de nos chevaux adultes en 1876. C'est pourquoi, Messieurs, on peut prévoir et même affirmer qu'il va, infailliblement, nous manquer de 150 à 200,000 chevaux de cinq ans en 1876 et 77!

Et tout prouve, Messieurs, que nos voisins n'ont pas cessé de manœuvrer en vue de cette situation fâcheuse que les événements nous ont faite.

Lorsqu'on examine attentivement le relevé commercial de l'administration des douanes, on découvre bientôt, en effet, que dans cette affaire de l'exportation de nos chevaux, l'Allemagne n'a pas recherché seulement nos chevaux de service, mais bien encore, et surtout, nos étalons, nos juments et nos poulains.

Voici, en effet, Messieurs, ce que nous apprend la statistique officielle à ce sujet :

Nous avons vendu à l'Allemagne 185 étalons en 1872; 322 en 1873; 560 en 1874 et 93 pendant les six premiers mois de 1875; c'est-à-dire un total de 1,160 reproducteurs qui, pendant ces trois années, auraient pu féconder au moins 70,000 juments françaises au lieu de 70,000 juments allemandes, qui ont pu facilement donner à nos voisins 40,000 chevaux de plus, desquels nous sommes privés par le simple fait de l'exportation de ces 1,160 reproducteurs.

Et veuillez remarquer, Messieurs, que depuis vingt ans et malgré des dépenses annuelles qui s'élèvent à plus de cinq millions de francs — je crois l'avoir démontré ailleurs (1) — notre administration des

(1) *De la suppression de l'Administration des Haras.* Lib. agricole du XIX^e^ siècle. Paris, 1873.

Haras n'a jamais eu 1,160 étalons valides dans les écuries de tous ses dépôts !

En 1872, nous avons livré directement à l'Allemagne 934 juments ; 1,257 en 1873 ; 1,759 en 1874 et 1,952 pendant les six premiers mois seulement de 1875. Mais pendant les mêmes années, 5,693 autres juments françaises franchissaient les frontières belges et suisses : ce qui donne un total de 11,594 juments exportées en trois années, c'est-à-dire près de 4,000 juments par an.

Mais, Messieurs, lorsqu'une poulinière nous échappe dans des circonstances pareilles à celles que nous traversons, ce n'est pas seulement une tête de cheval que nous perdons : ce sont nos ressources de l'avenir ; ce sont tous les produits que cette mère aurait pu nous donner, que nous livrons avec elle,... et vous savez à qui ! Si ces 12,000 juments produisent seulement trois chevaux chacune en Allemagne — ce qui n'a rien d'exorbitant, car elles sont certainement toutes jeunes et dans de bonnes conditions — nos voisins posséderont 36,000 chevaux de plus et ils auront trouvé le moyen de nous enlever réellement 45,000 chevaux environ, en s'emparant de nos 12,000 juments !

Quant aux poulains, notre exportation en Allemagne a été de 1,815 sujets en 1872 ; de 1,845 en 1873 et de 2,256 en 1874. C'est encore un total de 5,916 poulains que nous avons livrés à l'Allemagne en trois ans : ce qui veut dire environ 2,000 poulains chaque année.

Cette exportation de nos poulains doit certainement aussi nous préoccuper, Messieurs, car ces jeunes sujets ne sont évidemment achetés qu'en vue d'y recruter le plus grand nombre possible de reproducteurs mâles et femelles, qui se trouveront ainsi distraits de l'industrie chevaline du pays, au bénéfice de nos voisins.

Une fois cette tâche patiemment et silencieusement accomplie, l'Allemagne, sachant que nous allions entrer dans la période de déficit que je viens de signaler pour l'année de 1876, il ne lui restait plus, pour compléter son œuvre, qu'elle s'efforce d'ailleurs de continuer, qu'à fermer ses frontières !

C'est ce qu'elle vient de faire, vous le savez, Messieurs. Et vous pouvez apprécier maintenant quelle est la véritable signification de cette mesure.

Tel est, Messieurs, l'exposé de la situation qui nous est faite par le mouvement d'exportation si considérable qui, depuis trois ans, n'a pas cessé de se produire sur les chevaux de notre pays. Et c'est parce que je suis pénétré qu'il y a là un danger réel pour l'avenir de notre chère et malheureuse patrie, que je n'ai pas craint de m'imposer le devoir de

venir dire devant le Congrès ce que je crois fermement être la vérité sur cette grave et importante question.

Mais il ne faudrait pas supposer, Messieurs, que le mal que je me suis permis de vous signaler est irremédiable, car ce serait aller contre ma pensée. Et je tiens à m'expliquer en quelques mots sur ce point, tout en vous indiquant mes conclusions, que chacun de vous, d'ailleurs, j'en suis certain, pressent et devine si bien d'avance que je pourrais certainement me dispenser de les formuler ici.

Pour parer aux conséquences de la situation que je viens d'étudier devant vous, il n'y a, Messieurs, qu'une seule mesure à prendre et à faire appliquer le plus promptement possible de la façon la plus rigoureuse. C'est d'assurer à la France l'entière et libre possession de tous les chevaux qui se trouvent sur son territoire, en interdisant, de la façon la plus absolue, leur sortie sur toutes nos frontières.

Et, dans cette circonstance, Messieurs, il ne doit être question ni de représailles envers personne, ni d'un acte irréfléchi, mais bien d'une mesure parfaitement calculée, nécessaire, patriotique et, peut-être même de salut public!

Il est temps d'ailleurs de bien se pénétrer de cette vérité : c'est que, lorsqu'il s'agit de l'avenir et de la puissance d'un pays comme le nôtre, le cheval doit être considéré comme un instrument de force qu'il faut absolument assimiler à l'homme ; car, si l'on met vingt ans pour faire un soldat, il en faut cinq pour faire un cheval de guerre.

Toute nation véritablement jalouse de ses intérêts, soucieuse de son avenir — et vous savez, Messieurs, si nous devons être, aujourd'hui, l'un et l'autre — ne doit donc pas plus permettre qu'un seul cheval sorte de son territoire à un moment donné, qu'elle ne tolère le départ, au dehors, d'un homme valide lorsqu'elle peut avoir besoin de ses services.

Je sais, Messieurs, qu'il s'agit là de mesures rigoureuses, fort peu d'accord, peut-être, avec les doctrines économiques qui régissent notre commerce international ; mais cette considération est absolument secondaire pour moi et n'arrêtera, je l'espère, personne d'entre vous, car, dans l'étude de cette question, je me suis placé à un point de vue certainement plus important et plus élevé que celui-ci. Et je ne suppose même pas, Messieurs, que, en face des circonstances difficiles que nous traversons et des préoccupations qui nous obsèdent, il se trouve quelqu'un qui ose proposer de faire passer de mercantiles intérêts commerciaux avant ceux qui se rattachent directement à la puissance, à la vie de cette grande et chère blessée, dont vous vous efforcez tous, et en ce moment même, de calmer les douleurs et de cicatriser les plaies.

D'ailleurs, Messieurs, en appliquant immédiatement les mesures d'interdiction dont je vous parle, nous ne ferons qu'imiter nos voisins; et nous nous assurerons des ressources qui seront, promptement, plus que suffisantes pour reconstituer cette belle cavalerie française qui fut si souvent l'instrument principal de notre puissance et de nos anciennes gloires.

Car, aucun pays, Messieurs, — et je l'affirme ici sans aucune préoccupation d'amour-propre national — aucun pays, dis-je, ne possède une variété de races de chevaux pareilles aux nôtres. Depuis le cheval corse, ce gracieux et rustique quadrupède-nain qui nous vient du Midi, jusqu'au cheval flamand, ce mastodonte, ce géant de l'espèce chevaline, nous possédons tous les types intermédiaires. L'Algérie et certaines provinces du midi de la France nous offrent à profusion le cheval de cavalerie légère; la Normandie et quelques régions de l'Ouest produisent abondamment le cheval de cavalerie de ligne; nos départements du Centre et de l'Est ont en quelque sorte le monopole de la production de ce cheval à deux fins, que la France possède presque seule, et qui s'adapte si bien au service de l'artillerie.

Et j'ajoute, Messieurs, que nous avons à côté de tous ces types de chevaux, le mulet, dont la production appartient presque exclusivement à la France.

Pourquoi donc n'emploierions-nous pas ce paria de l'espèce chevaline, dont la sobriété, la force et la rusticité sont en quelque sorte légendaires?

Les expériences faites à ce sujet, pendant la dernière guerre, ont, cependant, surabondamment prouvé que cet animal s'approprie admirablement au service de l'artillerie et du train des équipages. Et les ressources que peut nous offrir l'industrie mulassière du pays sont considérables; car, je vous l'ai dit en commençant, depuis la dernière guerre il a été exporté de France 56,290 mulets! C'est-à-dire, de quoi remonter toutes nos batteries d'artillerie et le train des équipages.

Je désirerais vivement, Messieurs, pouvoir vous entretenir plus longuement et avec plus de détails des ressources chevalines de la France; mais l'étude de cette question importante — que j'aurai, peut-être, l'honneur de vous soumettre plus tard — m'obligerait à sortir du cadre restreint et tout particulier que je me suis imposé aujourd'hui.

Rappelez-vous seulement, Messieurs, que, depuis trois ans, 74,385 chevaux et 56,290 mulets, c'est-à-dire, un total de 130,675 solipèdes ont été enlevés à la France par les étrangers! Songez, en outre, que nos dépôts de remonte éprouvent de véritables difficultés pour assurer le recrutement des chevaux nécessaires à nos régiments de cavalerie! Puis, demandez-vous ensuite, s'il est possible de laisser plus longtemps

nous échapper des ressources pareilles et que nous avons sous la main. Pour mon compte, il m'est impossible de le croire, Messieurs.

Et c'est pour cela que, après avoir entrevu des dangers sérieux pour mon pays, je suis venu vous les signaler franchement, loyalement et sans autre préoccupation que de donner à ce que je vois être la vérité, un appui et une force que, sans vous, Messieurs, ma faible voix ne pouvait avoir.

Nous sommes entrés, d'ailleurs, et pour longtemps peut-être, hélas! Messieurs, dans cette triste et sombre période où tous nos efforts, tous nos actes doivent être inspirés par les douleurs que ressent la patrie, par le deuil que porte la France, cette grande et généreuse initiatrice, qui doit vivre, qui veut vivre et qui vivra !

M. MAREY

Professeur au Collége de France

DE L'APPLICATION DE LA MÉTHODE D'ENREGISTREMENT GRAPHIQUE A L'ÉTUDE DES PHÉNOMÈNES PHYSIOLOGIQUES

M. A. BÉCHAMP

Professeur à la Faculté de médecine de Montpellier.

LES MICROZYMAS DANS LEURS RAPPORTS AVEC LES FERMENTATIONS ET LA PHYSIOLOGIE.

Messieurs,

Les objets dont vous avez bien voulu me permettre de vous entretenir, sont ce qu'il y a de plus petit et de plus puissant à la fois dans la création : de plus petit, puisqu'ils sont les moindres qu'il nous soit donné d'observer au microscope ; de plus puissant, puisqu'ils sont, en somme, les facteurs de toute organisation vivante. Ces objets sont les organismes vivants appelés *microzymas,* ce qui signifie les plus petits des ferments. Ils sont si petits que si nous voulions énoncer leur grandeur par une mesure aisément saisissable, nous serions embarrassés. Comparons-les, pour un moment, au volume de la terre : si nous voulions exprimer celui-ci en mètres cubes, nous serions effrayés de l'énormité du chiffre qu'il faudrait écrire, puisque en kilomètres

cubes il est de plus de mille milliards. Eh bien ! le volume des microzymas est, au contraire, si petit, qu'ils ne sont visibles avec quelque netteté qu'à l'aide des plus forts grossissements du microscope ; il faut de certains d'entre eux, plus de huit milliards pour remplir le volume d'un millimètre cube, la grosseur d'une très-petite tête d'épingle. Le rôle qu'ils jouent est néanmoins si considérable, que si rien ne saurait vivre ici-bas sans la chaleur et la lumière de l'astre bienfaisant autour duquel nous gravitons, rien de vivant, ni végétal, ni animal, ni homme ne pourrait exister sans eux, et le soleil serait infécond.

Mais avant de les considérer sous ce dernier aspect, c'est-à-dire comme fonctionnant dans les êtres vivants, il est nécessaire de vous les faire connaître en tant qu'organismes indépendants et comme ferments. C'est ce que je ferai en racontant l'histoire de leur découverte, qui est toute récente.

PREMIÈRE PARTIE

LES MICROZYMAS ET LES FERMENTATIONS

Biot, M. Bouchardat, M. Maumené, avaient admis que le sucre de canne, en solution aqueuse, pouvait spontanément, à froid, sans le concours d'aucun autre agent, se changer en un mélange de sucre déviant à droite et de sucre déviant à gauche le plan de polarisation de la lumière et que l'on nomme le sucre interverti. C'était une erreur, et c'est de l'étude attentive de ce phénomène si simple, que procède la découverte des microzymas et de leurs fonctions.

Tout le monde sait que l'eau sucrée et d'autres matières organiques abandonnées à l'air, même dans des vases bouchés, peuvent se charger de moisissures. M. Maumené les avait notées, mais sans leur attribuer aucune influence sur l'interversion du sucre de canne. C'était en 1854. A la même époque, j'en vins aussi à étudier cette question. Je vis également apparaître des flocons de moisissure dans mes solutions sucrées, pendant que le sucre se transformait, mais sans en tenir compte. C'est que, à cette date, on ne connaissait rien du rôle des moisissures dans les phénomènes de cet ordre.

Les chimistes savaient bien que l'interversion du sucre de canne était fonction de l'action des acides, de la chaleur, et, comme on disait alors, d'après M. Liebig et de vieilles opinions, de l'altération des matières animales. Et, selon les mêmes opinions, on croyait généralement que toutes les fermentations étaient la conséquence de l'altération des matières albuminoïdes sous l'action momentanée de l'oxygène. Mes premières expériences ont duré de 1854 à 1857. Abandonnant les opinions reçues, je me suis demandé si, par hasard, l'interversion cons-

tatée ne serait pas corrélative du développement et de quelque fonction encore inconnue des moisissures. On sait que Spallanzani expliquait l'apparition des infusoires dans certaines liqueurs, par le développement de germes qu'il y supposait apportés par l'air. Or, disais-je, si ces germes sont le point de départ de la naissance des moisissures, celles-ci ne devraient pas se développer si j'en empêchais l'arrivée dans l'eau sucrée, ou si, par l'influence de quelque agent sans action sur le sucre de canne, je parvenais à les rendre inféconds en rendant stérile le milieu où ils tombent, et par suite le sucre de canne restera inaltéré. C'est ce qui arriva en effet.

Lorsque l'on prend une solution de sucre de canne bien pur, qu'on la fait bouillir et n'y laisse entrer l'air qu'après l'avoir d'abord filtré à travers des appareils et des agents capables de retenir les germes de Spallanzani, l'interversion peut ne pas avoir lieu. Si, d'un autre côté, l'eau sucrée a été filtrée, bouillie ou non, et additionnée de certains sels, l'interversion peut également ne pas avoir lieu. Mais elle n'a lieu dans aucun cas si la solution sucrée, bien filtrée, a été additionnée d'une quantité convenable, à dose non coagulante, de créosote, d'acide phénique ou de quelque autre substance diffusible douée de propriétés analogues. Eh bien! dans tous les cas où le sucre de canne reste intact, il est impossible de constater dans les solutions la moindre trace de moisissure ou d'infusoires quelconques. Il y a telle de mes expériences qui a duré trois, quatre et même dix années, sans qu'il ait été constaté la moindre altération du sucre de canne.

L'eau froide n'intervertit donc pas le sucre. Mais toutes les fois que la présence d'une moisissure a été notée, ou quelque chose que j'ai considéré comme organisé à l'exemple des infusoires les plus simples, l'interversion a été reconnue.

Ces moisissures sont, en général, des champignons microscopiques ; tantôt ce sont de vraies cellules plus ou moins analogues à celles de la levûre de bière, tantôt de petits bâtonnets de ce que l'on nomme les bactéries. Mais dans quelques cas j'ai été très-embarrassé : je n'apercevais rien de ce que l'on considère comme organisé, et pourtant le sucre s'intervertissait. Dans ces cas-là, je ne voyais qu'une fine poussière formée de grains très-petits, excessivement petits. J'ai admis que cela était organisé, vivant, actif, et je l'ai désigné alors provisoirement par l'expression de « petits corps. » C'était ce que plus tard j'ai appelé les *microzymas,* analogues à ce que les physiologistes nommaient les *granulations moléculaires.* Quoi qu'il en soit, ce sont toutes ces productions que j'ai désignées en bloc par les « moisissures. »

Que les moisissures soient actives, cela découlait, *à priori* et par exclusion, des expériences mêmes. Après un examen plus attentif, j'ai

constaté que « les petits corps » apparaissaient dans mes solutions avant toute autre forme organisée. Ils peuvent apparaître seuls dans certaines circonstances, et cela a trompé M. Raoult, qui, ayant vu l'eau sucrée bouillie, contenue dans des tubes scellés, s'intervertir à la lumière, et ne tenant pas compte des microzymas qu'il ne voyait pas, à cause de leur petitesse, a cru la transformation spontanée. Mais dans ce genre d'expériences l'interversion n'a lieu que parce que des microzymas se sont trouvés dans la liqueur et se sont multipliés, la lumière intervenant.

Mais on peut prouver que les moisissures sont effectivement la cause de l'interversion : si on les sépare avec soin et qu'après les avoir lavées on les introduit dans une nouvelle solution sucrée, malgré la créosote, elles provoquent très-rapidement la transformation du sucre. Bien mieux, si l'on prend une quantité notable de ces moisissures et qu'après les avoir lavées et essorées, on les broie avec du sucre de canne solide, de façon que leur tissu en soit déchiré et que le liquide intérieur se mêle au sucre, on trouve que celui-ci est assez rapidement interverti après qu'on a délayé la masse dans l'eau, même d'avance créosotée. Cela témoigne que l'agent intervertissant est contenu tout formé dans le tissu de la moisissure. Cet agent est une matière analogue à la diastase, auquel j'ai donné le nom générique de zymase.

Certains sels, comme la créosote, empêchent également les moisissures de naître dans l'eau sucrée. Ce sont, entre autres, le nitrate de baryte, les chlorures de calcium, de baryum, de zinc. Dans ces cas-là, le sucre n'est pas non plus interverti.

Mais s'il y a des sels qui entravent la naissance des moisissures, il y en a qui la favorisent. Tels sont les nitrates de potasse et de magnésie, le phosphate de soude, le sulfate d'alumine, l'alun. Un mélange de phosphate de chaux et de magnésie, de sulfate d'alumine, de potasse, de fer, de soude et un peu de silice, possède spécialement la propriété de favoriser la formation de moisissures cellulaires, et si le mélange contient un peu d'acide phosphorique, ce sont les cellules de ferments alcooliques qui apparaissent surtout. Mais dans tous les cas, ce que l'on observe d'abord, ce sont les microzymas ; on en constate toujours la présence avant toute autre forme. Nous verrons plus loin la portée de cette remarque. Bref, avec des mélanges convenablement choisis, sans l'intervention d'aucune matière albuminoïde, j'ai obtenu des fermentations complètes : alcoolique, lactique, butyrique, visqueuse, du sucre de canne.

Les moisissures ou ferments qui naissent dans toutes ces opérations, dégagent de l'ammoniaque lorsqu'on les chauffe avec la potasse caus-

tique, ce qui permet, en tenant compte du fait de l'existence d'une zymase dans leur tissu, de conclure qu'il s'y forme une matière albuminoïde. Il ressort de là, contrairement à l'opinion de M. Liebig, que les ferments ne sont pas des matières albuminoïdes en voie d'altération ; mais, au contraire, ce qui est d'une importance physiologique capitale, qu'ils sont des appareils de synthèse où la matière albuminoïde est créée de toutes pièces, en même temps que les autres matériaux organiques de leurs tissus. J'ai conclu de ces faits qu'un protoplasma préexistant n'était pas nécessaire pour la naissance d'une cellule, puisque voilà des végétaux qui naissent, se multiplient, se développent, fonctionnent dans un milieu purement minéral et sucré, où ce que l'on nomme protoplasma ou blastème était absent.

Mais tous ces sels ou mélanges de sels, en présence de la créosote ou de l'acide phénique, les autres conditions restant les mêmes, sont incapables d'opérer l'interversion du sucre de canne, parce que les moisissures ne naissent pas, ou, plus exactement, parce que les microzymas atmosphériques ne pullulent pas et n'évoluent pas.

Une exception remarquable s'est présentée. Après avoir fait usage de divers sels, j'ai aussi introduit du carbonate de chaux dans l'eau sucrée ou dans mes mélanges. Je me servais de la craie, et, toutes les fois, malgré la créosote, le sucre s'intervertissait et une véritable fermentation se déclarait. Ce fait me parut si étrange que je ne le publiai pas d'abord. Les auteurs croyaient que l'usage de la craie, dans les fermentations lactique et butyrique, se bornait à maintenir la neutralité du milieu, en saturant les acides à mesure qu'ils se formaient ; c'est-à-dire que son rôle était exclusivement celui du carbonate de chaux. Or, ces observations ruinaient par la base tout le système admis des ferments lactique et butyrique, que l'on croyait provenir exclusivement des germes de l'air. Elles tendaient, au contraire, à faire admettre dans la craie la présence actuelle de ferments vivants. En effet, Messieurs, la craie contient vraiment de tels êtres. La craie seule, même en présence de la créosote, peut faire subir au sucre de canne et à la fécule la fermentation lactique et la butyrique, avec production d'alcool, d'acide acétique et dégagement d'acide carbonique et d'hydrogène. Mais ces êtres quels sont-ils ? L'examen microscopique les a fait aisément reconnaître comme semblables « aux petits corps » dont j'ai parlé. Je les ai alors nommés *microzymas*. Et ces microzymas, non-seulement le microscope permet de les apercevoir, mais on peut les isoler, les peser, les analyser. Il suffit pour cela de traiter la craie par l'acide chlorhydrique étendu : ce qui est carbonate de chaux se dissout : le résidu insoluble de ce traitement contient les microzymas. Dans la craie des carrières de Sens, il y en a en moyenne 0ᵍ 83 pour

1,000ᵍ. L'analyse y a démontré la présence du carbone, de l'hydrogène, de l'azote, c'est-à-dire les éléments de la matière organique. On peut même prouver qu'ils contiennent de la matière albuminoïde.

Voilà, Messieurs, un fait nouveau. Il faut le considérer avec attention, car c'est à partir de sa constatation définitive et de sa publication, de 1863 à 1866, que la théorie du microzyma a été fondée. Nous venons de le dire, les microzymas sont des organismes vivants, ils sont des ferments et ils existent dans la craie dès la carrière même d'où on l'extrait. La craie n'est donc pas une roche purement minérale ; elle recèle la vie dans quelque chose d'organisé qui est doué de l'activité des ferments les plus énergiques, bien plus, qui est le ferment le plus puissant que nous connaissions. Mais une chose si nouvelle et qui devait aboutir à de si grandes conséquences devait être fondée sur des preuves décisives pour tout le monde.

Commençons d'abord par admettre que, vraiment, la craie contient les microzymas qu'on en extrait et demandons-nous comment on peut prouver qu'ils sont vivants. Qu'ils soient des ferments, cela ne fait pas de doute, puisque la craie toute seule, sans autre addition, produit avec le sucre de canne et avec la fécule, ce que produisent ce qu'on appelle les ferments lactique et butyrique. Mais il n'est pas aussi aisé de démontrer qu'ils sont vivants, puisque Liebig et Berzélius ont nié que la levûre de bière, que pourtant les naturalistes classaient parmi les végétaux, fût vivante.

Cagniard-Latour et Turpin après lui, ont admis que la fermentation alcoolique par la levûre de bière est corrélative de la végétation de celle-ci, c'est-à-dire de sa vitalité. Turpin a supposé que la végétation entraînait la nutrition du ferment par la matière fermentescible. M. Dumas, s'élevant jusqu'à la notion véritable du phénomène, a admis que le ferment consomme la matière fermentescible de la même manière qu'un animal consomme et use ses aliments.

J'ai admis comme vraie, sauf à le démontrer directement, la théorie de la nutrition en matière de fermentation, comme l'entendait M. Dumas, c'est-à-dire l'intervention personnelle du ferment et la destruction de la matière fermentescible, s'accomplissant en lui de la même manière que la nutrition, l'assimilation et la désassimilation s'accomplissent dans l'animal. C'est, en effet, ce qui a lieu et ce que j'ai démontré en faisant voir que la levûre de bière produit tous les termes caractéristiques de la fermentation alcoolique par elle-même, sans le concours d'une matière fermentescible extérieure, de la même manière qu'un animal, dans l'état d'inanition, produit de l'urée, et du glucose d'après les belles démonstrations de M. Cl. Bernard. Cela découlait naturellement de la manière dont se comportent les moisissures qui

naissent et vivent dans l'eau sucrée. Comme celles-ci, du reste, la levûre contient et forme sans cesse la zymase, dont elle se sert pour digérer le sucre de canne, c'est-à-dire le transformer en glucose avant de l'assimiler, le consommer et le désassimiler après l'avoir décomposé. Notons cela : avant de consommer le sucre de canne, la levûre commence par l'intervertir à l'aide de la zymase qu'elle contient toute formée.

Mais la craie intervertit le sucre de canne et les microzymas qu'on en isole par lévigation, également. Mais l'empois de fécule est fluidifié par la craie. Comment expliquer ces faits ? car enfin les microzymas de la craie sont insolubles dans l'eau et on ne conçoit pas l'action chimique d'un corps insoluble sur le sucre de canne et sur la fécule. Le fait paraîtra plus extraordinaire encore si nous considérons spécialement la fluidification de l'empois. Dans celui-ci, d'après Payen, la matière amylacée est restée insoluble : comment une matière insoluble pourrait-elle être liquéfiée, rendue soluble, par quelque chose d'également insoluble? Si donc l'empois se fluidifie, et s'il ne peut l'être, ni par le carbonate de chaux, ni par aucun des autres composés minéraux de la craie, il faut bien que ce soit grâce à l'influence de la matière organique, c'est-à-dire des microzymas de cette craie ! Or, la fluidification de l'empois est fonction de l'action des acides d'une température élevée, ou des ferments solubles analogues à la diastase, que j'ai nommés les zymases. Or, la fluidification de l'empois par la craie se fait dans un milieu neutre et au dessous de 40 degrés. Dans ces conditions elle ne peut l'être que par un ferment soluble ; or, les zymases sont toujours le produit de l'activité d'un organisme vivant. Il y a donc dans la craie un organisme vivant qui sécrète un zymase capable de fluidifier l'empois et d'intervertir le sucre de canne. Il y a encore d'autres preuves ; on les exposera plus loin.

Mais on peut objecter que tout cela est le résultat nécessaire de l'intervention possible des germes de l'air. Cette objection, je me l'étais faite dès le début. Je pourrais d'abord répondre que l'interversion du sucre, la fluidification de l'empois, ont lieu par la craie même après l'addition de la créosote. Mais j'y ai répondu directement. En premier lieu, du carbonate de chaux très-pur, préparé artificiellement dans des milieux créosotés, a été introduit dans l'empois et dans l'eau sucrés, créosotés. Après plusieurs années, dans des fioles qui n'étaient recouvertes que de papier, l'empois au lieu de se fluidifier s'est contracté, en produisant une modification de la fécule qui n'est plus liquéfiable par les zymases ; l'eau sucrée ne s'est pas intervertie. Non, les germes de l'air ne sont pour rien dans l'activité de la craie. Mais il y a plus : si l'on chauffe la craie humide à 250°, elle perd absolument la propriété d'agir, soit sur le sucre de canne, soit sur l'empois : les micro-

zymas sont tués. J'ajoute qu'après la fermentation du sucre et de la fécule par la craie, on ne trouve pas d'autres organismes que les microzymas. Généralement les germes de l'air produisent des bactéries.

Sans doute si l'on fait arriver dans les mélanges de sucre ou d'empois et de carbonate de chaux des poussières atmosphériques, on obtient, sauf des nuances, les mêmes résultats qu'avec la craie ; il peut arriver aussi que des mélanges créosotés entrent à la longue en fermentation quand l'air y arrive largement ; mais cela ne prouve qu'une chose, c'est que l'air contient des microzymas analogues à ceux de la craie ; c'est vrai et cela conduit, comme nous le verrons, à une grande généralisation.

Mais si la craie, qui est un calcaire, contient des microzymas vivants, d'autres calcaires n'en contiennent-ils pas ? Si, vraiment. J'ai étudié du même point de vue :

Le *calcaire oolithique* de Savonnières et de Brauvilliers (Meuse) ; le calcaire *néocomien* de Lavalette, près de Montpellier ; le *calcaire de Pignan :* calcaire moellon (Hérault), formation marine, tertiaire moyen ; le *calcaire de Barbentane,* près de Beaucaire : molasse, formation marine, tertiaire moyen ; le *calcaire d'Armissan* (Aude), formation lacustre, tertiaire moyen. Le dépôt qui se forme dans l'une des sources de Vergèze (Gard), qui contient avec du carbonate de chaux, des quantités considérables de microzymas ; certaines marnes, des argiles d'éruption en contiennent également. Toutes ces roches fluidifient l'empois, le font fermenter ; il se dégage de l'acide carbonique, de l'hydrogène, et il se forme, comme avec la craie, de l'acide lactique, de l'alcool, de l'acide acétique et de l'acide butyrique.

Et pour prouver que les microzymas de ces roches ne sont pas les mêmes que dans d'autres roches, que les phénomènes observés ne peuvent pas être attribués aux germes de l'air, je dirai que le tuf calcaire de Castelnau, près de Montpellier, qui contient aussi des microzymas et qui gît à fleur de terre, ne fluidifie pas l'empois et ne le fait pas fermenter. La houille de Bessèges, pulvérisée, mêlée avec du carbonate de chaux pur et avec de l'empois, ne le fluidifie pas et aucune fermentation ne se manifeste. Pourtant le microscope révèle dans cette houille des granulations incolores, brillantes, très-semblables aux microzymas.

Il est donc certain que ces roches contiennent des ferments organisés actuellement vivants. Mais quelle est l'origine probable de ces microzymas ? J'ai admis, sauf à le démontrer, qu'ils sont les restes des êtres organisés qui ont vécu aux époques où ces roches se sont déposées. Dans toutes celles que j'ai examinées, on trouve des restes fossiles divers, de même qu'Ehremberg avait trouvé des *nautilites* et des

polythalamies fossiles dans la craie. Du reste, le fait de la présence d'une matière organique dans certaines roches, même de celles qu'on suppose d'origine ignée, est expliquée par la présence des microzymas.

Plusieurs conséquences découlaient de ces observations. La première c'est que les poussières des rues, qui sont le résultat du broiement des roches et de la terre, et du mélange de détritus d'êtres organisés, devaient recéler des myriades de microzymas, de même que les poussières qui flottent dans un rayon de soleil. Le fait est que, sans aucune addition, la poussière des rues de Montpellier constitue un ferment lactique et butyrique d'une rare puissance. J'ai démontré enfin que les poussières atmosphériques, les prétendus germes de l'air, ne sont pareillement formés que de microzymas et de poussières minérales ; ce n'est que très-accidentellement que dans l'air des laboratoires on trouve autre chose d'organisé.

Les microzymas géologiques sont donc organisés et vivants, au même titre que tous les ferments figurés. Ce sont les plus puissants. J'ai l'honneur de mettre sous vos yeux toute une série de produits qui ont été fournis par ceux de la craie. Je vous demande la permission d'insister sur leur formation.

L'alcool est un produit de la fermentation du sucre et de la fécule par les microzymas de la craie ; toutefois il s'en produit très-peu, un à trois millièmes du poids de la matière fermentescible. Puisqu'ils en produisent, pourquoi si peu ? On pourrait d'abord penser qu'il en est pour eux de l'alcool, comme de l'acide acétique dans la fermentation alcoolique, où j'ai démontré que cet acide ne représente qu'une minime fraction du poids du sucre. Mais j'ai supposé que peut-être ils consomment l'alcool de la même manière qu'un animal consomme les matériaux de la bile ; c'est-à-dire que l'alcool était pour eux un produit récrémentitiel. Pour soumettre cette hypothèse à l'épreuve de l'expérience, j'ai essayé de nourrir les microzymas d'alcool. J'ai donc ajouté de la craie dans de l'alcool très-étendu, et, comme les ferments agissent d'autant plus énergiquement qu'ils sont mieux nourris, j'ai introduit dans le mélange une matière albuminoïde dépourvue d'organisation, de la syntonine pure, précipitée par l'ammoniaque d'une dissolution chlorhydrique parfaitement filtrée et créosotée. Il s'est trouvé qu'à une température comprise entre 36 et 40 degrés, température physiologique des mammifères, la fermentation s'est établie : les gaz dégagés sont, l'acide carbonique, l'hydrure de méthyle et très-peu d'hydrogène. Au bout de quelques mois, le liquide fermenté a été analysé ; il s'était formé toute une série d'acides gras volatils : l'acide acétique, le propionique, le butyrique, le valérique, le caproïque, le caprylique bouillant à 240 degrés, et d'autres acides d'un point d'ébul-

lition plus élevé. Ces acides les voilà. Vous voyez que le produit dominant est l'acide caproïque. J'ai insisté sur les conséquences de cette recherche dans la section de chimie de ce congrès. Mais il n'est pas superflu de vous faire remarquer que ces produits, depuis l'acide propionique, sont plus riches en carbone que l'alcool dont ils proviennent. Comparés à l'alcool, l'acide caproïque contient 12 équivalents et l'acide caprylique 16 équivalents de carbone dans leur équivalent, quand l'alcool en contient seulement 4. Il y a donc eu formation d'un édifice chimique plus élevé que celui de l'alcool : il y a en quelque sorte une synthèse. Je vous signale ce fait comme absolument nouveau dans l'histoire des fermentations. Jusqu'ici on avait considéré ces phénomènes comme analytiques ou de dédoublement avec simplification ; vous venez de voir que le contraire peut être vrai. Les microzymas de la craie sont le premier exemple de ce genre de ferments, et il y aura lieu de s'en souvenir. Et que l'on ne dise pas que la syntonine a contribué en quelque chose à la formation de ces acides : elle ne fournit que très-peu de chose au phénomène et on la retire presque tout entière. Ce qui s'en perd se retrouve sous la forme de microzymas, lesquels ont augmenté de nombre et de poids en conservant leur forme. J'ajoute que la syntonine et le carbonate de chaux purs, seuls, ne produisent rien de semblable et que l'alcool n'en est pas altéré. Ainsi, l'alcool, un corps qui s'oppose à la fermentation dans certaines circonstances, peut fermenter lui-même. Comprendrait-on que le carbonate de chaux ou les matières minérales de la craie fussent capables, dans les conditions indiquées, de former, en scindant l'alcool en matière moins carbonée et une autre bien plus carbonée, autant de composés aussi compliqués avec quelque chose qui l'est relativement peu, comme l'est l'alcool ?

Mais si la preuve de la vitalité des microzymas géologiques peut être tirée de leurs fonctions, elle peut l'être aussi de leur multiplication et de leur évolution possible. Si l'on pèse la quantité que l'on en met dans une opération, on peut démontrer que cette quantité a doublé, triplé et même davantage. Cette constatation a été faite en les nourrissant de sucre de canne et de bouillon de levûre. Dans ces expériences on trouve que les microzymas de la craie se multiplient sans changer de forme. Mais si l'on emploie le calcaire d'Armissan ou celui de Barbentane, on voit en même temps se développer des bactéries et, à la fin, ce qui était organisé, ayant augmenté de nombre et de poids, se trouve formé de microzymas et de bactéries. Il en est de même de la poussière des rues de Montpellier, et des microzymas atmosphériques de cette ville. Mais la craie et l'oolithe n'en donnent point, ou difficilement.

Tous ces faits, rapprochés d'autres faits dont j'aurai l'honneur de

vous parler encore, m'ont porté à penser que, peut-être, un jour, la géologie, la chimie et la physiologie se rencontreront pour affirmer que les grandes analogies qui existent entre la flore et la faune géologiques et la flore et la faune actuelles, au point de vue de la forme, existaient aussi au point de vue histologique et chimique.

M. Dumas a dit quelque part que les théories sont des béquilles dont nous nous servons pour aller plus loin et découvrir de nouveaux horizons. Je me suis donc servi comme de béquilles des observations qui précèdent pour expliquer certaines difficultés, résoudre certains problèmes. J'ai dit, tout à l'heure, que les microzymas étaient peut-être les restes des organismes qui avaient vécu à l'époque où les roches qui les recèlent s'étaient déposées. J'ai tenté de le démontrer dans la limite du possible, comme on le verra dans la suite.

Il y a quelques années, M. Scheurer-Kestner avait noté que dans les os fossiles, l'osséine était transformée en *osséine soluble*. Comment cela pourrait-il se faire dans un os abandonné à lui-même, si rien ne provoquait cette transformation? M. Élie de Beaumont, à propos de la communication de M. Scheurer, avait fait remarquer que l'ivoire du diluvium glacé de la vallée de l'Obi était intact, tandis que dans le diluvium de la France et de l'Angleterre les défenses d'éléphant sont friables. Cela peut-il s'expliquer? Essayons.

Lorsqu'on abandonne au contact de l'air une gelée de gélatine (la gélatine n'est qu'une modification de l'osséine) créosotée, ou qu'on la met à l'abri des microzymas atmosphériques, elle se conserve indéfiniment. Si au contraire des microzymas s'y introduisent, elle est rapidement fluidifiée, produisant l'osséine soluble de M. Scheurer-Kestner. D'autre part, les os anciens, conservés à l'air ou retirés de la terre, que j'ai examinés, fourmillent de microzymas. Or, les microzymas géologiques, on l'a vu, n'exercent toute leur activité qu'entre 35 et 40 degrés. Dans le diluvium de la France et de l'Angleterre, ils agissent sur l'osséine comme sur la gélatine; dans la vallée glacée de l'Obi, une température plus que glaciale arrête totalement leur activité.

Voici un autre fait qui a été expliqué. Plusieurs savants ont examiné les matières glaireuses qui se forment dans certaines eaux sulfureuses. Dans celles de Molitg elles forment une masse d'apparence gélatineuse qui se résout au microscope en un amas de fines granulations emprisonnées dans une gangue hyaline. C'est une production semblable que Turpin nommait *matière amorphe* ou *chaotique* et que Bory de Saint-Vincent classait dans ses *chaodinées*. J'ai considéré les fines granulations des glaires de Molitg comme des microzymas. En effet, cette matière étant introduite dans l'empois ou dans l'eau sucrée créosotés, l'empois a été rapidement fluidifié et les deux substances ont fermenté, pro-

duisant de l'alcool et de l'acide acétique. Les microzymas disparaissent pendant la fermentation et on voit se développer des vibrions, des bactéries, des leptothrix, et quelques formes cellulaires. La glaire de Molitg est donc quelque chose d'organisé dont les microzymas sont les parties vivantes. Elle n'est donc pas anhiste, comme on le croyait, et les microzymas sont ce qu'il y a d'organisé en elle. Ne serait-il pas vrai de dire que les microzymas des glaires sont les témoins organisés des roches qui se détruisent pendant la formation des eaux minérales?

Tels sont les faits d'ordre géologique que je me proposais de vous exposer et qui ont été le point de départ de la découverte des microzymas et de la théorie histologique et physiologique qui en découle.

Il existe donc vraiment une classe nouvelle d'êtres microscopiques: les *microzymas,* nom qui exprime que ce sont les plus petits des ferments; qu'ils sont organisés et vivants, attendu que leurs fonctions sont du même ordre que celles des ferments figurés dont tout le monde, aujourd'hui, admet l'organisation et la vie.

Les microzymas avaient été notés, sous le nom de *granulations moléculaires,* par M. Berthelot, dans certaines fermentations. Mais on ne leur avait attribué aucune fonction et on ne les considérait pas comme organisés à l'époque où je les ai observés, sous le nom de « petits corps », dans mes études sur l'interversion prétendue spontanée du sucre de canne.

Nous allons maintenant étudier d'autres microzymas et y voir apparaître de nouvelles propriétés qui, je l'espère, achèveront de vous convaincre qu'ils sont à la fois organisés et vivants.

Il existe une production bien connue de tout le monde : celle que l'on nomme vulgairement la *mère du vinaigre.* On a beaucoup écrit sur cette matière et l'on admet qu'elle est une production végétale organisée. Lorsqu'on examine attentivement au microscope un mince lambeau de *mère de vinaigre* jeune, on ne la trouve formée que par un amas de fines granulations englobées dans une masse de matière hyaline sans structure : il n'y a rien autre chose. Si on la dilacère il ne s'en échappe que ces fines granulations dont je parlais. Elle est peu azotée et ne contient que très-peu de matière minérale. Mise avec du sucre de canne, elle l'intervertit lentement et le fait fermenter en produisant de l'acide carbonique, de l'alcool et de l'acide acétique. Pendant qu'elle agit ainsi sur le sucre de canne, elle ne change pas de forme, les microzymas ne se modifient pas sensiblement, on en voit seulement qui semblent se souder sous forme de petits chapelets à deux ou trois articles. J'ai essayé de traiter les microzymas de la mère de vinaigre comme j'avais traité ceux de la craie. Des différences notables se sont révélées.

Si l'on introduit de la mère de vinaigre dans de l'empois de fécule ou dans une solution de sucre de canne, faits l'un et l'autre avec du bouillon de levûre de bière ou de viande, en présence du carbonate de chaux pur, il se dégage bientôt de l'acide carbonique et de l'hydrogène; il se forme avec le sucre de l'acide lactique, de l'alcool et de l'acide acétique; avec la fécule de l'acide butyrique, de l'acide acétique et aussi un peu d'alcool. Les microzymas se trouvent transformés en bactéries.

Si, au contraire, on l'introduit dans du bouillon de levûre ou de viande sucré, mais sans addition de carbonate de chaux, une fermentation régulière s'établit bientôt; de l'acide carbonique pur se dégage; il se forme autant d'alcool qu'avec la levûre de bière, et seulement une petite quantité d'acide acétique. Quant aux microzymas de la mère de vinaigre, ils ont formé des cellules très-belles, comparables à celles de la levûre de bière, mais de dimensions plus grandes et de forme ovoïde. Je vous montre les planches qui représentent ces évolutions de la mère de vinaigre en bactéries et en cellules. Dans le dessin que voici vous voyez de ces cellules complétement isolées, ce sont celles qui nagent dans le liquide ambiant; mais dans la masse de la membrane de la mère, on en voit qui sont en voie de formation au milieu d'un amas de microzymas, sans contours encore bien déterminés, d'autres déjà munies de leur enveloppe; et si l'on examine attentivement les bords du lambeau, on peut voir de ces cellules à moitié engagées dans la gangue hyaline qui les retient : par des pressions faites sur la lame couvre-objet, on peut petit à petit les dégager et les voir nager dans le liquide de la préparation. Voilà, assurément, au point de vue histologique, un cas très-intéressant qui nous montre les microzymas, selon les conditions d'existence où on les place, faire à volonté des cellules ou des bactéries, et où, selon que les mêmes microzymas ont engendré des bactéries ou des cellules, ils font de l'acide lactique, de l'acide butyrique ou de l'alcool comme produit dominant. Et ce fait, comme nous allons voir, n'est pas isolé.

Une conséquence s'est tout de suite présentée à l'esprit : si on peut forcer des microzymas à constituer une cellule, ne pourrait-on pas, inversement, réduire une cellule de ferment, la levûre de bière, par exemple, en microzymas, en la plaçant dans un milieu convenable? Vraiment cela est possible.

Voici dans quelles conditions la levûre de bière peut, par régression, produire des microzymas et par suite des bactéries. Si l'on introduit dans l'empois de fécule créosoté le vingtième de son poids environ de levûre pure, l'empois se fluidifie peu à peu, mais ne se saccharifie pas; la levûre subit à son tour des changements très-notables; des micro-

zymas apparaissent dans son intérieur où on les voit se mouvoir ; il en apparaît aussi tout autour et en foule dans le liquide ambiant ; ensuite, peu à peu, d'autant plus lentement que l'on a ajouté plus de créosote ou d'acide phénique, la levûre diminue de nombre, puis disparaît tout à fait par une résorption progressive. A un moment donné, le microscope ne révèle plus un seul globule de levûre ; les microzymas disparaissent à leur tour et, à leur place, après l'apparition des vibrions, qui disparaissent également, on ne voit plus que des bactéries de toute grandeur et mobilité. Mais ce qui est très-digne de remarque, et ce qui sera confirmé, les bactéries disparaissent aussi et à leur place on finit par ne plus apercevoir que des microzymas simples ou accouplés en chapelets de grains. Lorsque l'on introduit en même temps du carbonate de chaux dans l'empois, les phénomènes que je viens de décrire sont notablement différents, mais les globules de levûre disparaissent également et il se développe des amylobacters ou quelque chose de semblable avant les bactéries, et à la fin, à la place de tout ce qui avait apparu, on ne voit plus que des microzymas. Il n'est pas superflu d'ajouter que, lorsque le phénomène de la résorption s'accomplit en présence du carbonate de chaux, il se développe une véritable fermentation butyrique.

Ce tableau, que j'abrége, est donc exactement l'inverse de ce qui arrive pour la mère du vinaigre. Les microzymas peuvent engendrer des cellules et des cellules peuvent physiologiquement revenir aux microzymas.

Laissez-moi maintenant vous raconter une expérience qui est grosse de conséquences. Les précédentes tendaient à faire considérer une cellule comme construite de microzymas. J'ai tenté de démolir cet édifice et de mettre mécaniquement à nu les matériaux qui avaient servi à le bâtir, puis avec leur aide de refaire la cellule. La tentative a réussi. Voici dans quelles conditions :

Lorsque l'on broie ensemble, de la levûre très-pure et du carbonate de chaux pur, sur une plaque de verre dépolie, avec une molette de verre, en ayant soin d'arroser de temps en temps avec de l'eau créosotée, on finit par réduire les cellules en particules si ténues, qu'elles ressemblent aux granulations moléculaires les plus petites des organismes animaux ou aux microzymas de la craie et de la mère de vinaigre, dont elles ont la mobilité. Eh bien ! les propriétés que la ressemblance et la théorie faisaient prévoir sont réelles. Si l'on met la matière broyée dans du bouillon de levûre sucré, les cellules de levûre se reforment suivant la même loi que pour la mère de vinaigre et l'on obtient une fermentation alcoolique régulière ; si, au contraire, on les introduit dans de l'empois fait avec le même bouillon de levûre,

il ne se développe que des bactéries sans aucun globule de levûre et la fermentation devient butyrique. Et je n'ai pas besoin d'ajouter que rien de tout cela, comme je m'en suis assuré, ne peut être attribué aux germes de l'air. J'ajoute une observation. On sait que la levûre de bière intervertit rapidement le sucre de canne par la zymase. Eh bien! si l'on introduit dans l'eau sucrée les microzymas de la levûre broyée et préalablement bien lavée pour enlever toute la zymase adhérente, ils opèrent rapidement l'interversion du sucre de canne.

Essayons maintenant, à l'aide de ces données, de nous faire une idée de la cellule de la levûre et d'une cellule en général. A mes yeux une cellule peut se définir : un amas de microzymas séparés du monde extérieur par une enveloppe. Quel est l'usage de cette enveloppe? La membrane limite de la cellule est destinée à laisser passer à l'intérieur et à retenir les choses qui sont destinées à la nourrir ; et à laisser sortir, sans que cela puisse rentrer, ce qui a été consommé et destiné à être rejeté. Cela s'accomplit ainsi en vertu des propriétés osmotiques de cette membrane. En effet, le sucre de canne, quoique très-soluble, ne subit pas directement la fermentation alcoolique, parce qu'il n'est pas osmotique pour la membrane enveloppe ; pour que la levûre le laisse pénétrer et le consomme, il faut qu'il soit d'abord converti en sucre interverti. Or, dès que la levûre est mise en présence du sucre, une solution de zymase en sort par diffusion osmotique et le sucre de canne devient glucose ; celui-ci fermente directement parce qu'il peut pénétrer, par osmose, dans la cavité de chaque globule : voilà pourquoi la fermentation est d'autant plus rapide qu'il y a un plus grand nombre de ces globules présents. Et lorsque le sucre interverti, c'est-à-dire digéré, s'est diffusé dans l'intérieur de la cellule, qu'il a été assimilé et décomposé ensuite, les produits de sa décomposition et les produits usés de la levûre elle-même se diffusent en sens contraire dans le milieu ambiant. Les produits désassimilés ne peuvent plus rentrer dans la cellule, et c'est ainsi que se conserve la constance du phénomène et l'harmonie de la fonction. Cela explique pourquoi, dans l'empois, la levûre meurt en tant que cellule, se résorbe, quoique l'empois soit fluidifié et rendu soluble : c'est que la fécule soluble n'étant pas saccharifiée, ne peut pas pénétrer dans la levûre et la nourrir.

Tel est, selon moi, le rôle de la membrane enveloppe de la cellule ; il faut conclure de cet exemple que les cellules en général ont une enveloppe. Tout le monde n'est pas de cet avis. Pourtant, puisque les naturalistes usent de l'anatomie comparée, pourquoi la même méthode serait-elle interdite au chimiste? Je conclus donc que, puisqu'il est incontestable pour tout le monde, que la cellule de levûre a une enveloppe, toutes les cellules ont la leur. Mais on objecte que les amibes,

les monères, n'ont pas d'enveloppe et qu'ils ne sont qu'un amas de protoplasma. Nous examinerons la question du protoplasma, et je dis que les amibes doivent avoir une enveloppe, autrement elles ne seraient pas des individus ; seulement il se peut que leur enveloppe soit variable, c'est-à-dire se résorbant pour laisser pénétrer l'aliment et se reproduisant pendant l'assimilation. Leur vie, comme celle de toute cellule, comme de la mère de vinaigre, est celle de leurs microzymas et on peut dire que, quand une cellule bourgeonne, c'est que ses microzymas intérieurs ont organisé un nouvel individu. On ne se figure pas tout ce que la théorie du microzyma explique de phénomènes.

Je finis cette première partie par les réflexions suivantes. Vous venez de le voir : il y a une relation certaine, incontestable, entre les microzymas géologiques, ceux de l'atmosphère actuelle, ceux des fermentations et ceux des cellules de ferments. Les microzymas sont des ferments ; ils sont capables d'évoluer en bactéries et de faire des cellules de ferments ; et, bactéries, cellules de ferments sont capables, par régression, de reproduire des microzymas. Il est juste de redire en finissant que les microzymas des fermentations avaient été aperçus par M. Berthelot ; que Cagniard-Latour les avait entrevus dans le vin de Tavel et qu'un moment il les a crus organisés. Mais M. Berthelot n'en a pas autrement tenu compte et Cagniard a abandonné sa première opinion. En réalité, les granulations moléculaires signalées par M. Berthelot étaient les seuls agents actifs de ses fermentations ; et les molécules mobiles aperçues par Cagniard-Latour sont capables de faire fermenter le sucre de canne et sont la véritable cause du vieillissement des vins, lorsque leur vie est régulière; de l'altération des vins lorsque par une cause quelconque ils deviennent capables d'engendrer les organismes divers qui accompagnent ordinairement ces liquides altérés.

SECONDE PARTIE

LES MICROZYMAS ET LA PHYSIOLOGIE

Mais les microzymas ne jouent-ils quelque rôle et n'ont-ils d'importance que celle que nous venons de découvrir? Les ferments constituent-ils une création à part sans lien avec les autres êtres? C'est ce qui ne pouvait pas se concevoir.

Des faits et des théories que je viens d'exposer, à la supposition que certaines des granulations moléculaires que tous les physiologistes et histologistes ont notées dans les tissus ou les cellules animaux et végétaux sont des microzymas, il n'y avait qu'un pas. Ce pas, M. Estor et moi, nous l'avons franchi. Mais tout ce que les histologistes ont décrit

sous le nom de granulations moléculaires ne sont pas des microzymas.

Le temps qui m'est accordé ne me permet pas d'étudier en détail tous les faits analogues à ceux que je viens de vous faire connaître et que nous avons découverts. Je me hâte d'entrer dans la question générale, c'est-à-dire l'étude des rapports des microzymas avec la physiologie. Et d'abord à quels caractères reconnaît-on qu'une granulation moléculaire donnée est un microzyma? Les microzymas sont, avons-nous dit, les objets microscopiques organisés les plus petits qu'il nous soit donné d'observer. Leur forme générale est plus ou moins celle d'une sphère et ils sont doués d'un mouvement de trépidation semblable à celui que l'on nomme brownien. Les plus gros ont au plus 0mm 003, mais il y en a qui ont moins de 0mm 0005 de diamètre. Arrivés à l'âge adulte, c'est-à-dire tels qu'ils sont déjà dans certains tissus de l'embryon et du fœtus, ils sont insolubles, à froid, dans la potasse caustique au dixième et dans l'acide acétique. Ils sont également insolubles dans l'eau, dans l'alcool et dans l'éther. Ils sont par là différentiés des granulations moléculaires décrites par M. Robin et ne rentrent dans aucune des catégories qu'il en a faites. Les microzymas sont, en anatomie générale, quelque chose de nouveau qui n'avait pas été même soupçonné; leur substance est complexe au point de vue chimique, mais, formés de matière organique unie à de la matière minérale suivant les conditions physiologiques, tous contiennent de la matière albuminoïde dans leur tissu. Un examen attentif, à l'aide de forts grossissements, y fait soupçonner un contenant et un contenu : ils sont comme une cellule en miniature. La preuve qu'il y a un contenu ressort notamment du fait que l'empois est fluidifié par plusieurs, chacun selon son espèce. Ajoutons que tous les microzymas des animaux et de certaines parties végétales sont, comme ceux que nous avons étudiés dans la première partie de cette conférence, des ferments qui produisent de l'alcool, de l'acide acétique, de l'acide lactique, de l'acide butyrique, avec dégagement d'hydrogène, ce qui les caractérise, à la façon des microzymas de la craie, comme ferments lactiques et butyriques.

Mais ce qui achève de démontrer leur nature d'êtres organisés, c'est que, arrivés à une certaine période de leur vie, ils sont susceptibles d'évoluer en bactéries en passant par certains états intermédiaires que nous avons décrits. Or, comme on est d'accord qu'une bactérie est organisée, il faut bien conclure que l'objet dont elle est le produit d'évolution l'est également. Laissez-moi, Messieurs, vous entretenir d'abord de ce fait, car il touche à toutes les controverses de ces derniers temps en ce qui concerne la génération spontanée et l'origine des bactéries.

On peut isoler les microzymas et les étudier individuellement. Par exemple, pour les isoler du foie, la glande est hydrotomisée avec de l'eau créosotée, puis réduite en pulpe par le râclage. Par lévigation il est facile d'isoler les granulations de tout ce qui n'est pas elles. On les recueille sur un filtre et on les y lave encore. Ce que l'on fait pour le foie on le peut faire pour d'autres glandes et d'autres tissus en variant les procédés d'extraction. Mais il suffit que je dise que le fait est possible. Nous verrons que les microzymas ainsi isolés ne possèdent pas identiquement les mêmes propriétés dans tous les tissus d'un même être, et dans le même être à tous les âges.

Pour étudier leur évolution en bactéries on peut se servir de ceux qui sont ainsi isolés. Mais à cause de la longueur des manipulations qu'exige leur extraction et des objections que soulèveraient les conséquences qu'on déduirait de l'expérience, il est préférable d'opérer directement sur la glande ou sur le tissu qu'on veut examiner.

Un fragment de glande, la glande entière quand elle provient d'un animal assez petit, un fragment de tissu, sont introduits dans l'empois bouillant créosoté que l'on vient de préparer dans une fiole; pendant que l'ébullition continue on scelle la fiole par la fusion du verre. La fiole ainsi fermée est rapidement refroidie et placée à l'étuve. Vingt-quatre heures après, l'empois est généralement fluidifié, il y a des bactéries dans le liquide ambiant, et dans la profondeur de la glande incisée on trouve aussi de ces bactéries.

Il est très-remarquable de voir avec quelle rapidité ces infusoires se développent dans ces conditions ; mais dans les expériences faites avec l'empois il est difficile de saisir les formes intermédiaires entre le microzyma et la bactérie, la transformation étant trop rapide. Dans d'autres milieux l'évolution l'est moins : dans l'eau ordinaire ou créosotée, même malgré le contact de l'air, les microzymas gardent très-longtemps leur forme normale. Dans les solutions créosotées de sucre de canne, la transformation s'opère plus vite et on a le temps d'observer les états intermédiaires ; à un moment donné on trouve des microzymas isolés, d'autres associés en chapelets de deux, trois et un plus grand nombre de grains ; on voit aussi des microzymas présentant un grand et un petit diamètre, progressant à la façon des bactéries ; enfin on voit de véritables bactéries souvent associées et articulées.

Le tableau que je viens de tracer est celui de l'étude spéciale faite sur le foie. Il est vrai, quand, à la place du foie, on emploie des reins, des pancréas, des rates, du muscle. Mais il ne faudrait pas s'imaginer que tous les tissus se comportent de la même manière, ni tous les liquides de l'organisme. La matière cérébrale, le fait est très-digne d'attention, ne laisse pas apparaître de bactéries, du moins, comme nous le verrons, celle d'adulte.

Par ce que je viens de vous dire, Messieurs, vous voyez que nos expériences ont été faites avec la préoccupation constante que les bactéries pouvaient avoir pour origine des germes venus de l'air. Malgré ce que je vous ai dit dans la première partie, il est nécessaire, à cause de la grandeur du sujet, d'insister davantage et de démontrer que l'objection tirée de ces prétendus germes est sans aucun fondement.

Que dans une matière organique dénuée de structure on voie apparaître des bactéries ou d'autres infusoires, et que, à moins d'être spontépariste et de fermer les yeux à l'évidence, on invoque les germes de l'air, lesquels sont essentiellement des microzymas, nous avons vu que cela est fondé et nous avons fait voir comment on empêche l'évolution de ces microzymas par l'introduction dans les mélanges d'un peu de créosote ou d'acide phénique à doses non coagulantes. Pourquoi, quand la matière organique, au lieu d'être sans structure, est organisée, la créosote n'empêche-t-elle pas la naissance des bactéries? La réponse, vous la faites : c'est que cette matière organisée contient des microzymas analogues à ceux de l'atmosphère et des ferments. Mais puisqu'on ne veut pas admettre ce raisonnement, il faut répondre à l'objection, et essayer de faire que la réponse soit sans réplique.

Le principal, en même temps que le plus autorisé de nos contradicteurs, c'est M. Pasteur. Ce savant explique tous nos résultats par les germes de l'air. Je remarque seulement ceci, c'est qu'en dehors des microzymas, on ne connaît pas de germe de bactérie. Pour ce qui est de ma méthode et de la théorie de l'action de la créosote dans ce genre de recherches, elle a été confirmée par M. Crace Calvert; elle est vérifiée journellement dans les pansements à l'eau phéniquée; elle l'a été dans les applications que l'on a faites, dans les hôpitaux, de la créosote et de l'acide phénique dans le traitement de plusieurs maladies. Pour ce qui est des microzymas dans l'atmosphère, dans les roches, dans les fermentations, dans les organismes supérieurs, il suffit d'un bon microscope pour les apercevoir. Je pourrais me borner à ces remarques pour tenir comme non avenues les objections de M. Pasteur. Mais ce savant est une autorité et il est passionné : il faut tenir compte et de son autorité et de sa passion. Admettons, pour un moment, avec M. Pasteur, que les germes de l'air sont la cause de tous les phénomènes de fermentation et de putréfaction, et remarquons que ce savant, dans les discussions sur la fermentation ammoniacale de l'urine, a fait la déclaration suivante :

« Le corps humain (et par suite de tout animal et de tout végétal), à l'état sain, est, sauf le tube intestinal, fermé hermétiquement aux ferments extérieurs. » Je ne sais pas sur quoi se fonde M. Pasteur pour croire à cette impénétrabilité du corps humain ; mais il a dû le dé-

clarer, autrement il aurait été forcé d'admettre que tout ce qui s'accomplit dans l'organisme de transformations chimiques doit être attribué aux germes de l'air. Mais l'hypothèse de la fermeture hermétique du corps des animaux est gratuite. Retenons pourtant cette déclaration, car elle est vraie à certains égards, comme nous le verrons.

En réalité les germes de l'air pénètrent dans l'organisme animal et y restent. C'est un organe important qui en est le réceptacle après les muqueuses qui le précèdent : le poumon.

Il y a déjà quelques années, j'ai répondu à M. Pasteur par l'observation suivante :

« M. Dumas a démontré qu'à Paris, un homme qui fait seize inspirations par minute, fait pénétrer dans ses poumons huit mètres cubes d'air par vingt-quatre heures. Puisque l'on admet que les germes ou *microzymas* de l'air pénétrent si facilement partout et qu'ils sont si aisément retenus par les infusions, je demande expressément pourquoi l'on n'admet pas qu'ils soient retenus également par toute la surface des voies respiratoires et de cette vaste nappe humide ou sanguine que le poumon étalé en surface représente, et n'y restent pas. Sans doute on est forcé de le nier, car sans cela, en poussant un peu les conséquences, tous les actes chimiques de l'organisme, si semblables aux actes de fermentation, pourraient être attribués aux germes de l'atmosphère. » Les microzymas atmosphériques sont nécessairement retenus par la surface muqueuse du poumon. En effet, on sait que, pour recueillir aisément les germes de l'atmosphère, il suffit de suspendre dans l'air agité une plaque de verre enduite de glycérine, et les faits connus d'anthracosis démontrent d'ailleurs avec certitude que les poussières sont retenues par la surface pulmonaire et peuvent pénétrer dans son parenchyme. Dans la discussion actuelle, ce fait est d'une importance de premier ordre et j'y appelle toute votre attention.

A cause de ce fait, je m'étais souvent servi du tissu du poumon pour essayer de me procurer des bactéries, en le mettant, soit dans l'eau sucrée, soit dans l'empois. Eh bien, Messieurs, le poumon laisse très-difficilement apparaître des bactéries, et M. Joseph Béchamp a vérifié que ce viscère, après le cerveau, est celui où ces petits organismes naissent avec le plus de difficulté.

Si les germes de l'air sont la cause de tous les phénomènes de fermentation et de putréfaction, comme le veut M. Pasteur, le poumon devrait être, après la mort, l'organe qui se putréfie le premier ; or, les médecins légistes savent qu'il est précisément le dernier.

Si enfin les germes de l'air étaient si coupables, le sang qui est si près de ces germes devrait être le plus altérable des liquides de l'organisme. C'est le contraire qui est vrai. Nous y avons fait passer, pen-

dant des heures entières, M. Estor et moi, un courant d'air de mon laboratoire, et il ne s'est pas putréfié, même après plusieurs jours. M. Le Ricque de Monchy a mis du sang dans de l'eau sucrée et de l'empois créosotés, et les bactéries n'ont pas apparu : les microzymas étaient pourtant présents, et ils ont augmenté : c'est que les microzymas du sang, comme ceux du cerveau, n'évoluent pas aisément en bactéries.

Voici maintenant deux faits qui sont en sens contraire et qui aboutissent à la même conclusion :

Un foie de fœtus entier est abandonné à l'air libre sous une couche d'eau qu'on renouvelle de temps en temps. Pendant douze jours, on ne perçoit aucune odeur de putréfaction, puis cette odeur se manifeste ; il y a des vibrions dans l'eau ambiante en même temps que des bactéries. Le seizième jour, le foie étant bien lavé à l'extérieur, on l'incise : l'examen microscopique laisse voir les microzymas normaux en foule ; pas un vibrion, pas une bactérie. Les conditions de la pénétration étaient pourtant aussi favorables que possible.

Un jaune d'œuf entier est mis dans l'eau, au contact de l'air : l'eau extérieure se charge de vibrions et contracte une odeur infecte ; l'eau pénètre par endosmose à travers la mince pellicule dans le jaune. Après quelques jours, on lave délicatement avec un courant d'eau ; le jaune ouvert ne présente aucune bactérie, aucun vibrion : il y a seulement quelques microzymas accouplés à deux grains. Ainsi, la mince enveloppe du jaune ne laisse pas passer une bactérie ou un vibrion. Nous verrons tout à l'heure l'importance de cette observation.

Il n'y a pas que les microzymas animaux qui soient capables d'engendrer des bactéries. Les microzymas des parties molles des végétaux sont dans le même cas. Les circonstances dans lesquelles j'ai observé cette évolution méritent d'être rapportées. Un pied d'*Echinocactus* avait été gelé. Quelques jours après le dégel, j'ai examiné au microscope la matière prise dans la profondeur d'une incision faite à la tige : presque tous les microzymas étaient transformés en petites bactéries ; à peine y avait-il encore quelques microzymas associés. Dans une partie contiguë non gelée, les microzymas étaient normaux. Ici, l'observation est d'une importance de premier ordre, au point de vue de la pénétration des germes extérieurs. En effet, l'épiderme de cette plante est très-dense en même temps que luisant et résistant. Ces faits et d'autres semblables ont été confirmés par M. J. Béchamp, en faisant geler des plantes dans un mélange de glace et de sel. Les fruits et la tige du *Pepo macrocarpus* et de l'*Opuntia Dellenii* après le dégel dans une étuve, contenaient sous l'épiderme intact des bactéries en foule.

Je pourrais multiplier la citation d'expériences semblables qui témoignent invinciblement du fait de l'évolution des microzymas en bac-

téries et de la non-intervention des germes atmosphériques. Ce qui précède peut suffire. Je n'en dirai plus qu'un mot tout à l'heure.

Les tissus des animaux, ceux des végétaux, comme ceux des moisissures, contiennent donc des microzymas. Et tous ces microzymas sont des ferments comparables à ceux des roches, de la craie ou des calcaires dont les microzymas peuvent évoluer en bactéries. Tels sont les faits. Là, point d'hypothèse ; il suffit de regarder et d'examiner pour reconnaître que le microzyma est morphologiquement le même dans la craie et les autres roches, dans les fermentations et les ferments, dans les végétaux et dans les animaux, et aussi dans l'homme. Leur caractéristique générale comme fonction est de jouer le rôle de ferments.

Maintenant, quelle idée devons-nous nous faire des microzymas au point de vue physiologique ? Messieurs, je vais résumer ma pensée en une proposition qui, je l'espère, sera intelligible grâce à une image.

Dans un mémoire d'une importance considérable, publié il y a quelques années, M. Dumas a montré que les équivalents de tous les corps simples sont des multiples, non pas de l'équivalent de l'hydrogène, comme le pensait Prout, mais d'un corps inconnu dont l'équivalent serait le quart de celui de l'hydrogène. D'un point de vue élevé, digne de la Puissance créatrice, tous les corps simples seraient le produit de la condensation et de modifications inconnues de ce corps simple fondamental.

Eh bien ! la tendance des recherches concernant les microzymas conduit à cet autre énoncé :

Les microzymas sont aux êtres organisés ce que le corps dont l'équivalent est le quart de celui de l'hydrogène est aux corps simples lavoisiériens.

Cet énoncé montre assez que les microzymas sont, non pas un accident dans les êtres organisés, mais, au point de vue histologique, qu'ils sont nécessaires, et, en quelque sorte, tout l'être dont ils sont les facteurs primordiaux. En un mot, les dernières et plus petites parties organisées d'un être quelconque sont des microzymas et elles sont vivantes d'une vie propre. Les microzymas n'étaient rien, ils sont tout dans l'organisation, puisque tout procède d'eux, ce qui sera démontré.

Mais auparavant essayons de faire voir que le microzyma est le seul élément de l'organisation dont la vie persiste après la mort de l'individu qu'ils ont servi à édifier.

Tous les histologistes savent que, peu de temps après la mort, l'étude des tissus est impossible, parce que les cellules ou les autres éléments disparaissent ; c'est pour cela qu'ils emploient diverses préparations pour les conserver. Que deviennent les cellules de l'organisme ?

Selon nous, elles se résolvent en microzymas par suite d'un changement de milieu qui succède au trépas; et ce mécanisme est plus ou moins semblable à celui de la destruction de la levûre de bière dans l'empois. Ce fait de la destruction des cellules et de l'augmentation du nombre des microzymas est signalé depuis longtemps, et nous venons d'en donner l'explication. Mais que reste-t-il quand un cadavre a été réduit en poussière? J'ai supposé, Messieurs, tout à l'heure, que les microzymas de la craie étaient les restes vivants des êtres qui avaient vécu dans les temps reculés. J'ai essayé de démontrer cette proposition dans la limite du temps dont nous pouvons disposer ici-bas. Voici comment :

Au commencement de l'année 1868, le cadavre d'un petit chat a été *enterré* dans du carbonate de chaux pur et créosoté qui était contenu dans un bocal de verre, de façon qu'il fût compris entre deux couches de ce carbonate. La couche supérieure était d'une assez grande épaisseur. L'appareil a été recouvert de plusieurs feuilles de papier, de façon que l'air y pût pénétrer sans que les poussières et les germes y entrassent. Le tout a été placé sur une étagère de mon laboratoire et abandonné pendant plusieurs années. A la fin de l'année 1874, pensant que l'œuvre de destruction était achevée, on enleva la couche supérieure de carbonate de chaux sur une profondeur de quelques centimètres. Ce carbonate de chaux était intégralement soluble dans l'acide chlorhydrique. Au dessous des quelques centimètres suivants on trouve, comme restes de l'animal, un peu de débris osseux. Aucune odeur n'est perçue. Le carbonate de chaux, examiné au microscope, laisse apercevoir, comme dans la craie de Sens, des granulations moléculaires brillantes, mobiles comme elles. Cette craie artificielle est parfaitement blanche, et, n'étaient des cristaux microscopiques d'aragonite qu'on trouve dans le carbonate de chaux précipité, on s'y méprendrait. Une partie est mise dans l'empois créosoté, une autre dans l'eau sucrée créosotée. L'empois est rapidement fluidifié; bientôt il se dégage de l'hydrogène et de l'acide carbonique. Les fermentations achevées, on trouve parmi les produits : de l'alcool, de l'acide acétique et de l'acide butyrique comme terme dominant. En un mot les choses se passent de même qu'avec la craie, mais plus activement. La seule particularité qui ait été notée, c'est que l'évolution des microzymas en bactéries de cette craie artificielle est plus facile qu'avec les calcaires qui en donnent. Enfin, en reprenant une autre partie de cette matière calcaire par l'acide chlorhydrique étendu, il est resté comme résidu insoluble les microzymas que le microscope y avait montrés. Il est inutile de dire que c'est dans les parties où avait été couché le petit chat qu'il y avait le plus de microzymas et qu'il y en avait d'autant

moins que le carbonate de chaux était plus près de la surface où il n'y en avait pas. D'autres expériences analogues à celle-ci ont été commencées depuis. N'est-il pas permis de soutenir maintenant que les calcaires recèlent les microzymas des êtres d'autrefois ?

Ainsi les microzymas sont bien ce qui reste de vivant après la destruction totale de la matière organique et organisée d'un être qui a vécu ; et il n'est pas inutile de remarquer que ces microzymas ont suffi, avec l'air, à accomplir le retour de la matière organique à ses éléments minéraux. Et cette observation nousramène naturellement à reprendre l'étude du rôle que les microzymas jouent pendant les transformations que la matière subit dans les substances organisées ; je dis organisées et non pas organiques.

Une matière simplement organique, comme l'est l'eau sucrée, la fécule à l'état d'empois, sont éternellement inaltérables, nous l'avons vu, si rien de l'ordre des ferments n'intervient. Mais ce qui est vrai de ces sortes de matières l'est également de celles plus compliquées que l'on nomme matières albuminoïdes. J'ai pu conserver, au large contact de l'air, de la gelée de gélatine, de l'albumine du blanc d'œuf, de la syntonine et autres matières semblables, en présence de l'eau, sans aucune altération, à condition de les débarrasser complétement de tous les microzymas qui les accompagnent dans les tissus d'où on les retire, et d'empêcher que d'autres y arrivent ou y puissent vivre. Ce qui revient à dire que la matière organique chimiquement pure est naturellement inaltérable. Et ceci me remet en mémoire les anciennes expériences, comme les nouvelles, concernant les générations spontanées.

MM. Schrœder et Dusch, et bien d'autres, ont noté qu'une foule de matières, convenablement chauffées et abandonnées au contact de l'air privé de germes et ne pouvant se renouveler dans les appareils qu'après avoir traversé une colonne de coton, ne se putréfiaient pas. La viande et le lait, traités de la même manière, s'altérèrent : la première se putréfia ; le second se cailla. Pourquoi cela ? C'est que la viande, matière organisée, contient des microzymas, et ces microzymas n'étant plus dans les conditions physiologiques normales de leur existance, se modifient, évoluent, comme nous avons vu, en bactéries et, se nourrissant de la matière de la viande, la décomposent ; c'est que le lait, liquide dans lequel on sait qu'il existe des cellules organisées et où le microscope décèle des microzymas, peut, grâce à l'évolution de ceux-ci, produire les composés chimiques qui sont les agents de la coagulation. Pour les empêcher d'agir, il faut porter le lait à plus de 100 degrés : alors si l'on empêche l'arrivée d'autres microzymas, ou si par la créosote on les rend inféconds, le lait ne se caille plus.

Et si nous voulons étudier le rôle des microzymas dans l'organisme même, nous verrons qu'il est considérable, et en outre cette étude nous révèlera ce grand fait, que les microzymas, morphologiquement semblables, sont, selon les centres organisés où on les rencontre, fonctionnellement différents.

M. Cl. Bernard avait démontré que le foie hydrotomisé, ne contenant au moment même plus de glucose, en contenait de nouveau quelque temps après. L'illustre savant avait conclu de ce fait que la matière glucogène était saccharifiée après coup. Nous nous sommes demandé, M. Estor et moi, quel était l'agent de cette saccharification et par quel mécanisme elle s'accomplissait ? Si c'est par l'action d'une zymase, quelle partie du foie est capable de la produire ?

Une zymase, ou ferment soluble, est un agent chimique, non organisé, qui est toujours le produit de l'activité d'une cellule, de microzymas ou d'un appareil de cellules ou de microzymas. Spontanément, aucune matière albuminoïde ou autre ne devient une zymase et n'en acquiert les propriétés, et nous avons vu que les moisissures ou la levûre de bière contiennent naturellement une zymase dans leurs liquides intérieurs. Mais il faut, avant d'en revenir à l'explication de l'expérience de M. Cl. Bernard, que je vous donne la démonstration de cet énoncé général.

On sait, par les recherches de ce savant, que les salives parotidienne et autres, au sortir des glandes et sans avoir passé par la bouche, ne saccharifient pas la fécule. Nous nous sommes assurés, M. Estor, M. Saintpierre et moi, que la salive parotidienne de cheval fluidifie l'empois de fécule et ne le saccharifie pas. Or, on avait admis que la salive des glandes salivaires ne devenait active dans la bouche que par suite d'une altération, quelque chose de plus ou moins analogue à une putréfaction : c'était conforme aux opinions de l'époque. On n'avait pas tenu compte de ce que dans la bouche il y a des organismes qui ne sont autres que des microzymas et des produits de leur évolution, des bactéries qu'on a nommées *leptothrix*. Les recherches sur les microzymas nous ont fait penser que ceux-ci et les leptothrix étaient les agents qui, dans la bouche, déterminent l'activité saccharifiante de la salive des glandes.

En effet, si on recueille sur un filtre les productions organisées que recèle la salive et qui se déposent entre les dents, et qu'on les lave jusqu'à ce que l'eau de lavage n'ait plus d'action sur l'empois, puis qu'on les y introduise, celui-ci est presque aussitôt fluidifié et saccharifié. Mais ce qui est assurément digne d'attention : si on laisse séjourner pendant quelques minutes la salive de la parotide du cheval sur ces microzymas et ces bactéries, le liquide, soigneusement filtré, a

acquis la propriété de fluidifier instantanément l'empois de fécule et de le saccharifier ; ce qui signifie, dans la théorie physiologique de la fermentation, que ces microzymas se nourrissent de la matière organique de la salive des glandes et la sécrètent ensuite sous la forme de sialozymase. Revenons maintenant à l'expérience de M. Claude Bernard.

Les microzymas isolés, comme je l'ai dit tout à l'heure, des foies hydrotomisés de chiens ou de lapins à jeun ou en digestion, ont été introduits dans l'empois. Moins d'une heure après, l'empois était fluidifié, mais la transformation s'est arrêtée à la fécule soluble et à la dextrine ; il ne s'est formé qu'une trace de glucose.

Les microzymas du foie n'opèrent donc pas comme les microzymas buccaux. Mais si au lieu de les isoler, on prend de la pulpe de foie non hydrotomisé et qu'on sépare par décantation les parties restées en suspension dans l'eau, et qu'on introduise les produits ainsi lavés dans l'empois, celui-ci est rapidement fluidifié et au bout de quelques heures on constate la formation du glucose. On s'était assuré que la pulpe du foie ne contenait que des microzymas et quelques cellules, sans une trace de glucose. Ces microzymas, portés préalablement à une température voisine de 100 degrés, deviennent sans action sur la fécule, même quand on n'évite pas le contact de l'air : preuve que les germes atmosphériques ne sont pour rien dans le phénomène. Il faut conclure de cette expérience que les microzymas du foie fabriquent, avec les matières albuminoïdes de la glande, la zymase nécessaire à la saccharification et que cette production se fait peu à peu et se consomme à mesure : c'est ce qui explique pourquoi le sucre reparaît de nouveau dans les foies dont le lavage a enlevé le glucose et la zymase.

M. Claude Bernard a également étudié le pancréas. Le suc de cette glande possède à un haut degré la propriété de saccharifier la fécule. Le tissu du pancréas possède la même propriété ; est-ce tout le tissu ou seulement ses microzymas ? Lorsqu'on détruit le pancréas par le râclage, on peut en séparer ces derniers. Le reste du tissu, débarrassé de ceux-ci par un lavage prolongé dans un nouët de linge, perd de plus en plus la propriété signalée par M. C. Bernard. Au contraire, les granulations moléculaires ou microzymas recueillis à part, complétement débarrassés de suc pancréatique adhérant par un lavage prolongé, fluidifient et saccharifient l'empois avec une grande intensité. Le tissu du pancréas doit donc son activité aux microzymas, et nous pouvons ainsi constater que la fonction de ceux-ci est autre, quant à l'intensité, que celle des microzymas du foie et semblable à celle des microzymas buccaux.

Mais j'ai hâte d'arriver à la fin de cette communication, et ne puis

rapporter toutes les conséquences qui découlent de la découverte des microzymas par rapport à la physiologie. Disons donc que ces exemples suffisent à démontrer que les microzymas ont la mission d'assurer l'exercice de certaines fonctions des glandes : mais le travail des glandes ne constitue pas un acte physiologique à part et sans analogue dans l'économie ; et puisque la sécrétion est le résultat d'un acte de nutrition, nous voyons que les microzymas jouent un rôle important et même prépondérant dans la nutrition des éléments anatomiques, et, par suite, de tout l'être.

J'ai dit que si le microzyma, considéré individuellement, peut vivre et représenter le dernier terme vivant de l'organisation, il doit, à un autre point de vue, être regardé comme l'unité vitale dans nos tissus. Comment cela peut-il se concevoir ?

Je vous ai montré, Messieurs, comment les microzymas de la mère de vinaigre et ceux de la levûre broyée pouvaient, obéissant en quelque sorte à la volonté du chimiste qui a réuni certaines conditions, produire des bactéries ou faire des cellules de levûre alcoolique. Cette puissance de construire une cellule qui peut, plus tard, dans d'autres conditions, devenir un végétal plus parfait, plus ou moins semblable à un *penicillum* et capable de se perpétuer, cette puissance ne réside-t-elle que dans les microzymas des moisissures microscopiques ? M. Estor et moi ne l'avons pas pensé, et nous avons considéré ce fait comme un cas particulier d'une loi générale. Dans nos recherches « *sur le rôle des microzymas pendant le développement embryonnaire* », nous avons démontré, pour le poulet, que toutes les cellules, toutes sans exception, le globule sanguin, comme les cellules nerveuses et autres, comme tous les tissus, sont primordialement l'œuvre des microzymas. Je n'entrerai pas dans les détails, mais il faut examiner comment les microzymas de l'œuf deviennent les microzymas de l'embryon.

La fonction d'un œuf d'oiseau est de donner un oiseau. Pendant l'incubation, des actes chimiques s'y accomplissent en même temps que l'embryon se développe. Pendant tout ce temps, comme après, il ne se dégage que les gaz normaux de la respiration. Avant l'incubation, l'œuf respirait également et dégageait de l'acide carbonique. Comment cela peut-il se faire? car il est certain qu'aucun des principes chimiques que l'on peut isoler de l'œuf ne respirerait, c'est-à-dire n'absorberait l'oxygène de l'air pour donner de l'acide carbonique. C'est, évidemment, que l'œuf est quelque chose d'organisé ; personne n'en doute. Mais dans quoi réside cette organisation et l'aptitude chimique à déterminer l'oxydation ? Examinons cela à la lumière de l'expérience.

Primitivement il n'y a dans l'œuf, lorsque celui-ci est encore dans la vésicule de Graaf, que des microzymas et des globules vitellins dans

une matière liquide. Il ne passe pas une cellule de la mère dans l'ovule. Les globules vitellins sont transitoires ; les microzymas seuls sont constants, parce qu'ils sont nécessaires. Je me suis assuré, pour la poule, qu'il y a des périodes où les globules vitellins sont en nombre minimum, d'autres où ils sont au maximum. Les globules vitellins se résorbent et livrent les microzymas qu'ils contiennent. Les choses se passent comme si ceux-ci, pour se multiplier, avaient besoin de s'enfermer dans une cavité et d'y subir une sorte d'incubation et de maturation. Mais il n'y a pas autre chose d'organisé dans le jaune de l'œuf. Dans l'ovule arrivé à maturité, abstraction faite de ce qui sera l'embryon, il n'y a d'essentiel, au point de vue histologique, que le microzyma ; et ce qui deviendra l'embryon n'est lui-même d'abord qu'un amas de microzymas où abondent spécialement des globules vitellins, comme s'il se faisait là un travail à part dans le travail général. Et nous avons montré, M. Estor et moi, qu'au moment où apparaissent les premières cellules embryonnaires il n'y a que des microzymas. Tout dans l'œuf étant dans sa situation normale, rien n'ayant troublé l'édifice qu'il constitue, les microzymas sont les ouvriers qui tissent la trame du nouvel être, et il n'y en a pas d'autres. Nous examinerons tout à l'heure ce qui arriverait si l'ordre préétabli qui règne dans l'œuf était troublé. En attendant, il est clair que c'est grâce à cet ordre que les microzymas sont les agents chimiques des transformations qui s'accomplissent dans l'œuf et de la respiration, comme le globule sanguin dans le sang. C'est que les microzymas de l'œuf sont d'espèce spéciale, et il ne faut pas les confondre avec ceux de l'animal qui sortira de cet œuf.

Les microzymas vitellins sont insolubles dans l'eau, mais ils sont solubles dans l'acide acétique et dans la potasse au dixième : ils diffèrent donc des autres microzymas. Dans l'embryon déjà ils ne sont plus les mêmes. Mais examinons-les de plus près, afin de mieux apprécier les changements qui surviennent.

Si l'on délaie le jaune d'œuf dans un grand volume d'eau créosotée et qu'on sépare les membranes par la filtration sur un linge serré, les microzymas se déposent lentement ; l'eau chargée d'acide carbonique favorise ce dépôt. Par un lavage à l'eau créosotée on les débarrasse de toutes les matières solubles. Après ce traitement, on trouve que les microzymas ont entraîné les corps gras et la lécithine qui forment comme une atmosphère autour de chacun d'eux. On dirait que cette enveloppe de corps gras et de lécithine est en quelque sorte destinée à les protéger contre des altérations intempestives. On les épuise par l'éther : les corps gras et la lécithine sont dissous ; les microzymas apparaissent alors isolés et d'une blancheur éclatante. Ainsi isolés, ils

sont encore insolubles dans l'eau; la potasse au dixième et l'acide acétique les dissolvent comme auparavant; ils fluidifient l'empois sans le saccharifier.

J'ai essayé d'obtenir leur zymase; voici comment. Les microzymas vitellins sont insolubles dans une solution très-étendue de carbonate de soude, mais ils excrètent dans ces conditions leur zymase. Il suffit de saturer la soude par l'acide acétique et de précipiter par l'alcool pour l'isoler. La matière précipitée est une zymase spéciale, différente des autres albuminoïdes de l'œuf et qui fluidifie l'empois sans le saccharifier.

Les microzymas vitellins sont donc d'une nature spéciale; mais ils acquièrent dès le développement embryonnaire les caractères qu'ils posséderont pendant toute la vie de l'individu. Toutefois leurs propriétés définitives ne se manifestent que peu à peu. M. Joseph Béchamp a démontré qu'il était nécessaire de distinguer, au point de vue de la fonction chimique et de la faculté de produire des bactéries, les microzymas fœtaux de ceux de l'animal à terme. Par exemple, tandis que les microzymas de la matière cérébrale d'adulte évoluent difficilement ou même n'évoluent pas en bactéries, ceux du fœtus en produisent aisément. La fonction chimique des microzymas d'une glande ne se manifeste qu'à un moment donné de la vie fœtale : le pancréas n'a toute son activité qu'à une époque rapprochée de la naissance.

Il y a à tenir compte de tout cela quand on s'occupe de l'intéressante question de l'origine des êtres. On constate alors dans une admirable unité de profondes diversités! On peut même soutenir que dans chaque groupe naturel d'êtres et pour un même organisme dans chaque centre d'activité et à ses âges principaux, les microzymas ont quelque chose de spécifique. Que serait-ce, Messieurs, si je vous parlais des rapports des microzymas avec la pathologie. Mais je ne peux qu'effleurer ce sujet. Je vous dirai seulement que dans certains états morbides les bactéries peuvent apparaître dans nos tissus mêmes. Il y a longtemps, dès le début de nos recherches, M. Estor a observé que la matière de certains kystes et phlegmons, au moment où ils viennent d'être ouverts, contiennent des bactéries à tous les degrés de développement, depuis le microzyma associé jusqu'à la vraie bactérie. Lorsque nous examinions des tubercules pulmonaires à l'état crétacé, nous y trouvions les microzymas des cellules épithéliales détruites, mais point de bactéries. Pourtant ces microzymas évoluaient facilement dans l'empois et produisaient de belles bactéries, ce qui constituait pour nous une nouvelle confirmation que les germes de l'air ne sont pour rien dans ces apparitions. M. Baltus en a trouvé dans le liquide extrait par thoracenthèse. Dans certains états maladifs, j'ai constaté l'évolution en bactéries des

microzymas de la vessie. M. Baltus a vu les microzymas du pus en produire également. Mais il ne faudrait pas s'imaginer que les bactéries soient un signe nécessaire d'altération morbide d'un tissu ou d'un milieu donné. Un exemple intéressant nous le fera comprendre. L'estomac d'un chien en pleine digestion contient des bactéries en foule : au delà du pylore, dans tout le cours de l'intestin grêle on n'en trouve plus ; elles sont remplacées par les microzymas de leur régression ; les bactéries reparaissent plus loin. Ces faits, nous les avons vérifiés bien souvent. Enfin, et cela ne laisse pas que d'être digne de remarque, les bactéries issues d'une catégorie donnée de microzymas, possèdent en général la même fonction que ceux-ci, de telle sorte qu'il y a une relation très-nette entre le microzyma et la bactérie qui en provient.

J'ai dit que nous examinerions ce qui arrive quand on trouble l'ordre préétabli qui règne dans l'œuf. Si, comme M. Donné l'a enseigné, on vient, par de violentes secousses à tout mêler dans l'œuf, on constate bientôt un dégagement intérieur de gaz, capable de faire éclater l'œuf : les gaz sont un mélange d'acide carbonique, d'hydrogène et d'hydrogène sulfuré, ce dernier en très-petite quantité. Le dégagement gazeux ayant cessé, on trouve que le contenu de l'œuf est devenu très-acide ; l'odeur du produit a quelque chose de désagréablement fade, mais qui n'est point celle des œufs pourris, qui sont en même temps alcalins. J'ai analysé les produits de cette sorte de fermentation : j'y ai trouvé de l'alcool, de l'acide acétique, une fois un peu d'acide lactique et une autre fois de l'acide butyrique. On sait que l'œuf contient du glucose dans le blanc et dans le jaune : c'est ce glucose qui a disparu pour fournir l'alcool et les acides. Quant aux matières albuminoïdes de l'œuf, on les retrouve sensiblement intactes. La production de l'hydrogène sulfuré tient à l'altération de quelque produit sulfuré de l'œuf. Ne voit-on pas là une fermentation semblable à celle que produisent tous les autres microzymas? L'agitation violente n'avait donc pas tué ce qui était vivant dans l'œuf. Pourtant l'œuf brouillé ne donne plus de poulet. Il faut même moins que cela. Toute la matière nécessaire y était pourtant! Ceci m'amène à terminer par quelques considérations plus générales concernant la genèse des tissus.

Deux théories sont en possession d'expliquer la construction des éléments anatomiques d'une machine animale ou végétale quelconque. La *théorie cellulaire* et la *théorie des blastèmes,* dont celle du *protoplasma* n'est, au fond, qu'une variante.

La théorie cellulaire admet que la cellule est l'unité vitale, le facteur de tous les tissus, l'élément actif de la nutrition, le terme au delà duquel il n'y a plus de vitalité. La cellule de levûre de bière est comme le type organisé de ce qui peut se suffire à lui-même, se nourrissant et se

multipliant. Cette théorie ne peut pas expliquer tous les phénomènes, et c'est pour cela qu'on en a imaginé d'autres.

La théorie des blastèmes et celle du protoplasma admettent que tous les éléments figurés de l'organisation, cellules et autres, se forment dans des liquides plus ou moins complexes, plus ou moins visqueux, dans lesquels ne préexiste aucun élément anatomique. On admet même qu'un protoplasma peut être une substance totalement soluble dans l'eau.

« L'organisme humain, dit M. Huxley, à son origine dans l'œuf, est un assemblage de corpuscules de protoplasma, et chaque organe n'est de même qu'une agrégation du même genre. Une masse de protoplasma avec un noyau : voilà, en définitive, ce que nous pouvons appeler l'unité structurale du corps humain. »

« Dans le blastème, dit M. Robin, prennent ou peuvent prendre naissance des éléments anatomiques normaux ou morbides. »

Notons que le mot *blastème* signifie précisément que ces éléments anatomiques naissent de cette matière comme d'un germe.

Je laisse de côté la théorie cellulaire, car elle n'est qu'un cas particulier de la théorie du microzyma. Mais pour donner à celle-ci toute sa signification, il faut en peu de mots examiner les deux autres.

Selon les inventeurs des deux théories en question, il n'y a rien d'organisé, doué de structure, dans un blastème et dans le protoplasma. Par suite, tout ce qui s'y développe d'éléments anatomiques ou figurés, est le fruit d'une génération spontanée. Tout ce qui est organisé, doué de structure, est supposé le résultat de l'évolution naturelle des composés chimiques qu'on appelle matières organiques et auxquelles on attribue gratuitement des propriétés plastiques imaginaires. Sans doute, on reconnaît que ces propriétés ne sont pas démontrables dans le présent, mais on les admet comme certaines dans le passé. Ainsi, quelque chose qui n'est pas organisé engendrerait, par évolution, ce qui l'est, et de proche en proche tous les êtres vivants de la création, tout ce qui a en soi un germe de reproduction. La mort engendrerait la vie. C'est pour échapper à cette conséquence que l'on admet avec tant de facilité que le protoplasma et les blastèmes sont vivants, et que l'on proclame, avec M. Robin, qu'il peut y avoir organisation et vie sans structure. C'est qu'en effet, il est impossible de définir les mots blastème et protoplasma autrement que par ce qui est en question.

Mais, si ce qu'on désigne par ces noms-là ne peut pas être réputé organisé, ni vivant, les matières que l'on a en vue, comme tout ce qui est de l'organisme, recèle pourtant la vie dans quelque chose d'organisé, de construit, de figuré, d'actif, qui est le microzyma. Et cette présence démontrée, constante, nécessaire du microzyma, écarte toute

hypothèse, tout système préconçu et fait comprendre comment quelque chose que l'on croyait amorphe, c'est-à-dire anhiste et dépourvu de structure, peut, les circonstances étant favorables, le moment venu, produire des éléments anatomiques, des cellules.

D'ailleurs, dans plusieurs des expériences que j'ai rapportées, où est le protoplasma, le blastème ? Où est-il dans les expériences sur l'eau sucrée ? Où est-il dans celles que je vais vous faire connaître et que j'ai réservées pour ce moment-ci ?

Des solutions d'acétate de soude qui avait subi la fusion ignée, ou d'oxalate de potasse, d'oxalate d'ammoniaque, d'acide tartrique, d'acide tannique, l'eau distillée elle-même, peuvent laisser apparaître des moisissures dans leur sein. Après la naissance de ces moisissures, l'acétate de soude, l'oxalate de potasse et celui d'ammoniaque sont transformés en carbonate et il se forme de l'alcool ; l'acide tannique fournit de l'alcool et de l'acide gallique ; jusque dans l'eau distillée on trouve que ces moisissures ont formé de l'alcool. Oui, je le demande, où était le protoplasma, le blastème de ces moisissures ? Les microzymas apportés par l'air ont suffi à tout et sans eux rien de tout cela ne serait arrivé.

Mais M. Huxley n'avait pas des moisissures en vue ; il avait pour objectif quelque chose d'infiniment plus grand et de plus considérable. Contentons-nous de ce qui se passe dans un œuf de poule pour juger de la puissance du protoplasma. Si une masse de protoplasma avec un noyau est l'unité structurale d'un homme, il en est *à fortiori* de même d'un oiseau. Revenons donc à l'œuf de poule. Nous avons vu ce qui se passe dans l'œuf brouillé dans sa coquille. Mais, après le mélange, le protoplasma et ses corpuscules en existent-ils moins ? Pendant cette fermentation les microzymas vitellins ne changent pas de forme ; peut-être augmentent-ils. Quelle que soit la durée de la fermentation, il ne se développe pas de bactéries, ni de vibrions, ni aucune autre forme organisée. Placés dans l'empois ou l'eau sucrée créosotés, ils n'engendrent pas de bactéries non plus. Dans ce genre d'expérience, les bactéries ou d'autres productions que l'on a pu observer, sont accidentelles. Les choses étant ainsi, pourquoi un tel œuf ne donne-t-il plus de poulet ? Pourquoi ne respire-t-il plus comme auparavant et dégage-t-il de l'hydrogène comme dans une fermentation butyrique ? Ah ! c'est qu'il y a autre chose que du protoplasma ; il y a même autre chose que de la matière ambiante et des microzymas. Il y a l'arrangement et il y a déjà des centres d'activité où les microzymas sont différents, fonctionnellement, les uns des autres. L'agitation a placé ces microzymas dans des milieux qui n'étaient pas les leurs, et alors ils ont agi purement comme des ferments quelconques, de même nature. L'œuf fécondé,

Messieurs, est déjà un animal, un animal en puissance : l'agitation l'a tué et, de même que dans un cadavre les microzymas font leur œuvre après la mort, ceux de l'œuf font la leur.

Et maintenant, on comprend aisément que les microzymas sont spéciaux *ab ovo* et comment l'œuf, émané d'une espèce donnée, résume cette espèce dans ses microzymas au point de vue de l'activité vitale et dans les matériaux qui leur sont fournis pour développer l'être selon l'idée créatrice ou la loi qui a constitué l'œuf comme il l'est. Avec la théorie du microzyma se conçoit le rôle considérable de la fécondation en même temps que sa facilité et tous les phénomènes de l'hérédité. La parthénogenèse même se trouve expliquée. Et puisque nous avons démontré que les microzymas changent, normalement, physiologiquement, de rôle et de fonction, on conçoit qu'ils peuvent se modifier morbidement et l'évolution de la maladie et la guérison se conçoivent. La pathologie, un jour, reposera sur l'étude attentive des microzymas. Enfin, si pendant la vie toute activité chimique et physiologique leur appartient, leur rôle n'est pas moins considérable après la mort : ce sont eux qui sont chargés, avec le concours de l'oxygène, de ramener la matière organique à son état primitif de matière minérale; acide carbonique, eau, ammoniaque ou acide nitrique.

Le rôle des microzymas est donc immense : ils sont au commencement et à la fin de tout être vivant! Et le résumé de tout ceci est contenu dans un énoncé très-simple :

Tout être vivant est réductible au microzyma.

Et pour que l'on ne donne pas à cette pensée un sens qu'elle n'a pas et qu'elle ne devienne pas le point de départ de nouvelles erreurs, permettez-moi, malgré ce qui précède, de m'expliquer en peu de mots.

La théorie des blastèmes, comme celle du protoplasma aboutit à l'hétérogénie et suppose, en outre, la création spontanée de la matière organique, c'est-à-dire le passage naturel de la matière minérale à la matière organique. Scientifiquement cette doctrine est fausse. L'ordre scientifique suppose et démontre :

Au commencement la matière minérale ; ensuite les végétaux, enfin les animaux et en dernier lieu l'homme.

C'est Lavoisier, dans un document mis au jour par M. Dumas, qui a indiqué la nécessité de cette progression. Or, sans connaître la pensée de Lavoisier, M. Dumas a démontré que les végétaux sont des appareils de réduction et de synthèse, et les animaux des appareils de combustion ou d'analyse.

Les végétaux sont donc le lieu où se crée naturellement la matière organique à l'aide de la matière minérale. Naturellement, avant les végétaux il n'y avait pas de matière organique sur ce globe, et les animaux supposent les végétaux.

La matière minérale ne produit pas d'elle-même la matière organique et celle-ci ne se fait pas toute seule. Et ne savons-nous pas qu'il a fallu que le génie de M. Berthelot nous apprît à réunir les conditions à l'aide desquelles on peut, dans le laboratoire, opérer des synthèses en chimie organique? Dans l'ordre scientifique, il faut l'intervention de l'intelligence d'un chimiste d'assez de génie, pour mettre en jeu certaines propriétés de la matière et créer de la matière organique.

Mais pour créer la matière, au sens propre du mot créer, et successivement les microzymas et les mettre en œuvre, et engendrer ensuite dans l'unité la merveilleuse diversité que nous observons dans les ferments, les végétaux et les animaux, qui ont en eux-mêmes le germe de leur reproduction et de leur multiplication, il a fallu l'intervention d'une Intelligence et d'une Volonté toute-puissante : les fondateurs des sciences, les plus grands génies qui honorent l'humanité, depuis Moïse jusqu'à nos jours, l'ont nommée par son nom : DIEU.

M. P. BROCA

Professeur à la Faculté de médecine de Paris.

ANTHROPOLOGIE DE LA BRETAGNE

SÉANCES DE SECTIONS

1er Groupe

SCIENCES MATHÉMATIQUES

1re et 2me Sections

MATHÉMATIQUES, ASTRONOMIE, GÉODÉSIE ET MÉCANIQUE

PRÉSIDENT..... M. MANNHEIM, Chef d'escadron d'artillerie, Professeur à l'Ecole polytechnique.

SECRÉTAIRE..... M. PICQUET, Capitaine du génie, Répétiteur à l'Ecole polytechnique.

M. HERMITE

Membre de l'Institut.

SUR LE DÉVELOPPEMENT DE L'INVERSE DU SINUS D'AMPLITUDE ET DE SON CARRÉ, SUIVANT LES PUISSANCES CROISSANTES DE LA VARIABLE

— Séance du 20 août 1875. —

Soit en général $\Pi(k)$ le coefficient de x^{2n-1} dans la série :

$$\frac{1}{\text{Sin. am. } x} = \frac{1}{x} + (1+k^2)\frac{x}{6} + (7 - 22\,k^2 + 7\,k^4)\frac{x^3}{360}$$
$$+ (31 - 15\,k^2 - 15\,k^4 + 31\,k^6)\frac{x^5}{15120}$$
$$+ (127 - 284\,k^2 + 186\,k^4 - 284\,k^6 + 127\,k^8)\frac{x^7}{1209\,600}$$
$$+ \text{etc.}$$

et $\Phi(k)$ le coefficient de x^{2n-2} dans celle-ci :

$$\frac{1}{\text{Sin.}^2 \text{ am. } x} = \frac{1}{x^2} + \frac{1+k^2}{3} + (1 - k^2 + k^4)\frac{x^2}{15}$$
$$+ (2 - 3k^2 + 3k^4 + 2k^6)\frac{x^4}{189} + (1 - 2k^2 + 3k^4 - 2k^6 + k^8)\frac{x^6}{450}$$
$$+ \text{etc.}$$

Ces deux quantités, en vertu de la relation :

$$\text{Sin. am.}\left(k\,x, \frac{1}{k}\right) = k \text{ sin. am. } x$$

sont des polynômes réciproques du degré n en k^2, et cette note a pour objet d'en indiquer quelques propriétés.

I

La première consiste dans l'équation :

$$(1+k')^{2n}\,\Pi\left(\frac{1-k'}{1+k'}\right) = 2^{2n-1}\left[\Pi(k) + (-1)^n\,k^{2n}\,\Pi\left(\frac{ik'}{k}\right)\right]$$

qui permet de déterminer directement, sauf un facteur constant, le polynôme $\Pi(k)$. Soit en effet :

$$\Pi(k) = A_0 + A_1 k^2 + A_2 k^4 + \ldots + A_0 k^{2n}$$

elle deviendra :

$$A_0(1+k')^{2n} + A_1 k^4 (1+k')^{2n-4} + A_2 k^8 (1+k')^{2n-8} + \ldots$$
$$= 2^{2n-1}\left[A_0 + A_1 k^2 + A_2 k^4 + \ldots\right]$$
$$+ 2^{2n-1}\left[A_0(1-k^2)^n - A_1 k^2 (1-k^2)^{n-1} + A_2 k^4 (1-k^2)^{n-2} - \ldots\right.$$

Cela étant, nous égalerons les coefficients des mêmes puissances de k, en développant le premier membre suivant les puissances croissantes du module, au moyen de la formule :

$$(1+\sqrt{1-k^2})^{2n} = 4^n\left[1 - n\frac{k^2}{2} + n(2n-3)\frac{k^4}{16} - n(n-2)(2n-5)\frac{k^6}{96}\right.$$
$$\left. + n(n-3)(2n-5)(2n-7)\frac{k^8}{1536} - \ldots\right]$$

et voici les résultats auxquels on est ainsi conduit. Les termes indépendants et en k^2 se trouvent identiques ; les termes en k^4 et en k^6 donnent la même relation, à savoir :

$$A_0(2n^2 - n) + A_1(8n - 9) + 16\,A_2 = 0,$$

et les termes en k^8, celle-ci :

$$A_0 (2n^2 - n)(n-3)(14n-29) + 2A_1 (n-2)(64n^2 - 262n + 213) + 6A_2 (64n^2 - 320n + 383) + 728 (n-3) A_3 + 1536 A_4 = 0.$$

En général, il est aisé de voir que deux nouveaux coefficients inconnus s'introduisent en passant d'une relation à la suivante, ce qui ne permet point, par conséquent, d'en tirer l'expression analytique au moyen du nombre n d'un coefficient de rang quelconque. Mais si aux équations déjà formées on en ajoute une troisième, par exemple celle qu'on tire de la relation qui a servi de point de départ, en y supposant $k = 1$, à savoir :

$$\Pi(1) = 2^{n-1} [\Pi(1) + (-1)^n \Pi_0]$$

ou plutôt :

$$(2^{2n-1} - 1)(A_0 + A_1 + A_2 + \ldots) = (-1)^n 2^{2n-1} A_0,$$

il sera facile de calculer les polynômes $\Pi(k)$, à un facteur constant près, jusqu'à limite $n = 7$. Soit par exemple $n = 3$; on devra faire : $A_3 = A_1$, $A_5 = A_0$, $A_4 = 0$, et la première donnera immédiatement :

$$15 A_0 + 31 A_2 = 0.$$

La seconde est identique ; la troisième enfin, se présentant sous la forme :

$$31 (2A_0 + 2A_1) = -32 A_0$$

se réduit, comme on voit, à la première.

II

Les polynômes $\Phi(k)$, que je vais maintenant considérer, donnent lieu à une première remarque. Supposons d'abord que n soit pair et faisons : $n = 2m$, on aura en général :

$$\Phi(k) = A_0 (1 - k^2 k'^2)^m + A_1 (1 - k^2 k'^2)^{m-3} k^4 k'^4 + A_2 (1 - k^2 k'^2)^{m-6} k^8 k'^8 + \ldots + A_i (1 - k^2 k'^2)^{m-3i} k^{4i} k'^{4i}$$

ou i est l'entier contenu dans $\frac{m}{3}$. Supposons ensuite $n = 2m + 3$, la nouvelle expression propre à ce cas ne diffère de la précédente que par l'introduction du facteur :

$$\varphi(k) = (1 + k^2)(2 - k^2)(1 - 2k^2)$$

et sera par suite :

$$\Phi(k) = \varphi(k)\,[A_0\,(1 - k^2\,k'^2)^m + A_1\,(1 - k^2\,k'^2)\,k^4\,k'^4 + \ldots + A_i\,(1 - k^2\,k'^2)^{m-3i}\,k^{4i}\,k'^{4i}\,]$$

Cela posé, la détermination des coefficients, A_0, A_1, etc., s'obtient au moyen de l'équation suivante :

$$(-1)^n\,(1+k)^{2n}\,\Phi\left(\frac{1-k}{1+k}\right) + (1+k')^{2n}\,\Phi\left(\frac{1-k'}{1+k'}\right) + (k + i\,k')^{2n}\,\Phi\left(\frac{k-ik'}{k+ik'}\right) = (4^n + 2)\,\Phi(k)$$

comme je vais l'expliquer.

Soit pour abréger l'écriture en me plaçant dans le cas de $n = 2m$,

$$\Phi(k) = \Sigma\,A_\mu\,(1 - k^2\,k'^2)^{m-3\mu}\,(k^2\,k'^2)^{2\mu}$$

on aura :

$$(1+k)^{4m}\,\Phi\left(\frac{1-k}{1+k}\right) = \Sigma\,A_\mu\,(1 + 14\,k^2 + k^4)^{m-3\mu}\,(4\,k\,k'^4)^{2\mu}$$

$$(1+k')^{4m}\,\Phi\left(\frac{1-k'}{1+k'}\right) = \Sigma\,A_\mu\,(16 - 16\,k^2 + k^4)^{m-3\mu}\,(4\,k^4\,k')^{2\mu}$$

$$(K + i\,k)^{4m}\,\Phi\left(\frac{k-ik'}{k+ik'}\right) = \Sigma\,A_\mu\,(1 - 16\,k^2 + 16\,k^4)^{m-3\mu}\,(4ikk')^{2\mu}.$$

Développant maintenant, suivant les puissances croissantes du module, on égalera les coefficients des mêmes termes dans les deux membres, et on verra se représenter des circonstances toutes semblables à celles qui ont été observées à l'égard du polynôme $\Pi(k)$. Ainsi les deux premiers termes seront identiques ; les suivants en k^4 et k^6, donnent une même équation, à savoir :

$$A_0\,15m\,(14 - 15m + 16^{m-1}) + A_1\,(1490 - 480m + 16^m) + 512\,A_2 = 0$$

et deux nouveaux coefficients s'introduisent encore en passant d'une équation à la suivante. Mais ces relations sont un peu pénibles à former, et m'étant borné à la précédente, je vais indiquer un moyen facile d'en obtenir d'autres. Soit à cet effet, en désignant par ε une racine cubique imaginaire de l'unité, $k = \iota\varepsilon$, d'où : $1 - k^2 + k^4 = 0$, on aura :

$$1 + 14\,k^2 + k^4 = -15\,\varepsilon^2$$
$$16 - 16\,k^2 + k^4 = -15\,\varepsilon$$
$$1 - 16\,k^2 + 16\,k^4 = -15$$

et cette hypothèse, introduite dans la relation qui nous sert de point de départ, donnera pour le premier membre, la quantité :

$$(\varepsilon^{2m} + \varepsilon^m + 1)\,\Sigma\,A_\mu\,(-15)^{m-3\mu}\,(-16)^\mu$$

ou bien, si l'on suppose : $m \equiv 0 \bmod. 3$:

$$3\,(-1)^m\,\Sigma\,A_\mu\,(15)^{m-3\mu}\,(16)^\mu$$

Mais alors le second nombre se réduit à son dernier terme : A_i, et l'on parvient à la condition :

$$3\,(-1)^m \Sigma\, A_\mu\, (15)^{m-3\mu}\, (16)^\mu = (16^m + 2)\, A_i$$

Soit encore $k^2 = -1$, et on trouvera pour toute valeur de m :

$$[16^m - (-4)^m + 2]\, \Sigma\, A_\mu\, 3^{m-3\mu}\, 4^\mu = 2\, \Sigma\, A_\mu\, (33)^{m-3\mu}\, 2^{5\mu}$$

Dans le cas de $m = 3$, ces diverses relations s'accordent et donnent :

$$15^3\, A_0 + 1382\, A_1 = 0$$

Je ne m'arrêterai pas à en chercher d'autres, en faisant les hypothèses de $k = \iota\varepsilon$, ou $k = i$, dans les dérivées de l'équation fondamentale prises par rapport au module, et j'arrive aux dernières remarques qui me restent encore à présenter à l'égard des polynômes $\Pi(k)$ et $\Phi(k)$.

III

J'indiquerai en premier lieu les relations suivantes :

$$(2^{2n-1} - 2)\, \Phi(k) = (2n-1)\, 2^{2n-1}\, \Pi(k) + (-1)^n\, (2n-1)\, (1+k)^{2n}\, \Pi\left(\frac{1-k}{1+k}\right)$$

$$(2n-1)\, 2^{2n-1}\, \Pi(k) = 2^{2n-1}\, \Phi(k) - (-1)^n\, (1+k)^{2n}\, \Phi\left(\frac{1-k}{1+k}\right)$$

qui les ramènent l'un à l'autre. Soit par exemple $n = 3$, on sait d'avance, qu'abstraction faite d'un facteur numérique, on a :

$$\Phi(k) = (1+k^2)\, (2-k^2)\, (1-2k^2)$$
$$= 2 - 3k^2 - 3k^4 + 2k^6$$

Or, on a tiré :

$$(1+k)^6\, \Phi\left(\frac{1-k}{1+k}\right) = 2 + 66k^2 + 66k^4 - 2k^6.$$

et par conséquent :

$$5.32\, \Pi(k) = 2\,[31 - 15k^2 - 15k^4 + 31k^6]$$

Soit ensuite :

$$F(k) = (2^{n-1} + 1)\, \Phi(k) - (2n-1)\, 2^{n-1}\, \Pi(k)$$
$$F_1(k) = (2^{n-1} - 1)\, \Phi(k) - (2n-1)\, 2^{n-1}\, \Pi(k)$$

Ces mêmes équations donneront :

$$(1+k)^{2n}\, F\left(\frac{1-k}{1+k}\right) = (-1)^n\, 2^n\, F(k)$$
$$(1+k)^{2n}\, F_1\left(\frac{1-k}{1+k}\right) = -(-1)^n\, 2^n\, F_1(k)$$

Or on démontre aisément que tout polynôme entier $f(k)$ de degré n en k^2, qui satisfait à la condition :

$$(1+k)^{2n} f\left(\frac{1-k}{1+k}\right) = 2^n f(k)$$

et de la forme suivante, où α_0, α_1, etc., sont des constantes :

$$f(k) = \alpha_0 (1+k^2)^n + \alpha_1 (1+k^2)^{n-4} (k\,k')^2 + \alpha_2 (1+k^2)^{n-8} (k\,k')^4 + \ldots + \alpha_i (1+k^2)^{n-4i} (k\,k')^{2i}$$

et que tout polynôme, satisfaisant à la condition semblable :

$$(1+k)^{2n} f\left(\frac{1-k}{1+k}\right) = -2^n f(k)$$

est donné par la formule :

$$f(k) = (1 - 6k^2 + k^4)\,[\beta_0 (1+k^2)^{n-2} + \beta_1 (1+k^2)^{n-6} (k\,k')^2 + \ldots]$$

ou β_0, β_1 ... sont de même des coefficients constants. Voici donc pour les combinaisons linéaires de $\Pi(k)$ et $\Phi(k)$, désignées par $F(k)$ et $F_1(k)$, une nouvelle forme canonique qui s'ajoute à celle que nous avons précédemment indiquée pour $\Phi(k)$. La théorie des fonctions elliptiques dansce point élémentaire du développement de $\frac{1}{\text{Sin. am. } x}$ et de $\frac{1}{\text{Sin.}^2 \text{ am. } x}$, apporte donc à l'algèbre pure son tribut, aussi bien que dans les questions plus élevées de la théorie des équations, où elle a été l'origine des plus importants progrès de cette beauté de la science.

M. DE LA GOURNERIE

Membre de l'Institut, Inspecteur général des ponts et chaussées.

NOTE SUR DES EXPÉRIENCES ENTREPRISES POUR DÉTERMINER LA DIRECTION DES PRESSIONS QUI SE DÉVELOPPENT DANS UNE ARCHE BIAISE.

— Séance du 20 août 1875. —

Je me suis proposé d'étudier par des expériences à une échelle réduite, la question très-controversée de la direction des pressions dans les arches biaises.

Quand on ruine les fondations d'un mur vertical sur une longueur de quelques mètres, on obtient une brèche qui s'étend verticalement de bas en haut, c'est-à-dire dans le sens opposé à la pression, et qui forme une voûte si le mur a une hauteur suffisante. L'ouverture ne

pourrait s'étendre suivant une direction inclinée qu'accidentellement, et par suite de dispositions particulières de l'appareil.

Lorsqu'une maçonnerie n'est soumise qu'à des forces de compression, on peut ainsi reconnaître la direction de la poussée, d'après le sens dans lequel des brèches suffisamment étendues se développent.

J'ai appliqué cette idée très-simple à un modèle d'arche biaise, en formant les pieds droits de piliers jointifs mobiles dans le sens vertical et assujettis par des vis de pression. On produit une brèche dans la voûte, en abaissant plusieurs piliers consécutifs.

L'obliquité de l'arche est de quarante-cinq degrés, et la longueur oblique entre les têtes de quarante-quatre centimètres. Les sections droites de l'intrados et de l'extrados sont des demi-cercles de trente et de trente-six centimètres de diamètre. Les voussoirs sont en zinc et recouverts d'une couche de peinture qui empêche les glissements. J'avais d'abord employé des voussoirs en bois, mais par suite de leurs légèreté, il ne se développait qu'une faible pression, et les résultats n'ont pas été suffisamment accusés (1).

J'ai adopté l'appareil hélicoïde en dressant les parements des têtes suivant des hélicoïdes identiques à ceux des joints discontinus. Cette disposition, qui ne peut avoir aucune influence sérieuse sur les pressions, supprime les difficultés auxquelles donne lieu l'appareil ordinaires des têtes, il rend le montage plus rapide.

Il était nécessaire que les voussoirs fussent assez petits pour que les effets d'encorbellement, qui sont inévitables, n'eussent que peu d'influence sur la forme de la brèche. La douelle des voussoirs qui composent le corps de la voûte est un carré formé par des arcs d'hélice d'un centimètre de longueur (2). Ceux des têtes ont alternativement un centimètre et quinze millimètres de longueur en douelles.

En abaissant des piliers peu éloignés d'une tête, j'ai constamment obtenu des brèches dont la direction était à peu près parallèle au parement de la tête. Lorsqu'une brèche partait du milieu de la culée, et qu'elle se trouvait, par suite, dans la partie de la voûte où l'influence du biais doit le moins se faire sentir, elle indiquait d'abord une pression dirigée à peu près dans la section droite, mais quand j'abaissais de nouveaux piliers, la brèche se développait suivant la direction des parements des têtes.

En abaissant progressivement un nombre suffisant de piliers au

(1) Les voussoirs sont creux. Chacun d'eux pèse 12 gr. 1. Le poids des voussoirs en bois n'était que d'environ 2 gr. 5.

(2) A l'origine, j'avais établi le modèle dans les proportions d'une voûte ordinaire de dix mètres d'ouverture, à l'échelle de trois centimètres par mètre, mais j'ai été conduit à augmenter la longueur en queue des voussoirs pour rendre la stabilité plus grande.

milieu de chaque culée, on obtient deux brèches qui finissent par se rejoindre. La voûte est alors divisée en deux arches étroites, formées par les parties contiguës au bandeau des têtes.

Les expériences établissent donc que la pression est parallèle au parement des têtes, au moins près de chacune d'elles.

Il importait toutefois de reconnaître l'influence que l'appareil peut exercer sur la forme des brèches. Pour étudier cette question, j'ai construit un modèle de mur vertical composé de matériaux de même grandeur que ceux de la voûte biaise, et disposés suivant des assises auxquelles je donnais successivement diverses inclinaisons. En ruinant les fondations sur une certaine longueur, je voyais la déviation que la direction de la brèche éprouve de la ligne verticale, et par suite l'influence qu'exerce l'obliquité sous laquelle la pression rencontre les lits des assises. J'ai reconnu que cette influence, bien que réelle, ne pourrait en aucune manière expliquer les résultats obtenus sur le modèle d'arche oblique, si les pressions étaient dirigées dans les plans des sections droites.

Dans les expériences que j'ai faites sur les murs, les modèles étaient simplement en bois. Je compte les reprendre avec des modèles en zinc disposés comme ceux de l'arche biaise.

J'ai l'intention de faire des épreuves sur des arches de différents biais; mais ces expériences sont plus dispendieuses qu'on ne serait porté à le penser, parce que les voussoirs et les sommiers doivent être dressés suivant des formes et des dimensions exactes. Sans cela, il se produit au décintrement de petites dislocations qui ont une grande influence sur la forme des brèches. L'établissement d'un jeu de voussoirs, correspondant à un biais déterminé, exige aussi beaucoup de soins.

J'ai désiré présenter à l'Association cette première note sur mes expériences. Un mémoire plus détaillé, accompagné de dessins, paraîtra prochainement dans le bulletin de la *Société d'encouragement pour l'Industrie nationale.*

J'ai été aidé dans ces expériences par le concours intelligent de M. Digeon, mon préparateur au Conservatoire des Arts et Métiers.

M. LAISANT

Capitaine, chef du génie, à Tlemcen.

MÉMOIRE SUR LES PUISSANCES DE POINTS

ÉTUDE DE GÉOMÉTRIE PLANE

— Séance du 20 août 1875. —

PRÉLIMINAIRES.

1. — Dans ce qui va suivre, nous supposons le lecteur familiarisé avec la notation et les principes du calcul des équipollences. Nous introduirons cependant à cette notation quelques modifications ayant principalement pour objet d'abréger l'écriture et le langage. Ainsi, nous emploierons le signe = au lieu du signe particulier des équipollences, la lettre *i* au lieu du signe nommé *ramun* par M. Bellavitis. Nous désignerons par A la droite dirigée OA menée de l'origine au point A du plan, et il nous arrivera souvent de dire *le point* A pour indiquer l'extrémité de la droite A menée de l'origine. La longueur de la ligne OA ou A sera représentée par a.

On sait qu'on appelle *puissance d'un point* par rapport à une circonférence, le produit des deux segments d'une sécante quelconque menée par ce point. Nous supposerons les circonférences données par les extrémités d'un de leurs diamètres, et nous appellerons *circonférence* AB (ou *circonférence* AB) celle ayant pour diamètre la droite AB. Si C est le point du plan dont on évalue la puissance par rapport à la circonférence AB, cette puissance sera représentée par la notation :

$$P_c\,(A, B)$$

Lorsque nous prendrons la puissance de l'origine par rapport à une circonférence, nous supprimerons le plus souvent l'indice. Ainsi :

$$P_o\,(A, B) \text{ ou } P\,(A, B)$$

représentera la puissance de l'origine par rapport à la circonférence de diamètre AB.

PROPRIÉTÉS DES PUISSANCES DE POINTS.

2. — Il est aisé de reconnaître que :

(1) $$P\,(A, B) = \tfrac{1}{2}\,(A.\,cj\,B + cj\,A.\,B)$$

Cette expression n'est autre que a b cos AOB.

Si dans cette formule (1) nous remplaçons A par m A, m étant un nombre réel, elle donne évidemment :

$$(2) \qquad P\ (m\ A, B) = m\ P\ (A, B)$$

De même :

$$(3) \qquad P\ (m\ A, n\ B) = m\ n\ P\ (A, B)$$

Les nombres m, n, peuvent être positifs ou négatifs, de sorte qu'on a, en particulier :

$$(4) \qquad P\ (A, B) = -\ P\ (-\ A, B) = -\ P\ (A, -\ B) = P\ (-\ A, -\ B)$$

Remarquons aussi les relations :

$$(5) \qquad P\ (A, 0) = o \qquad (6) \qquad P\ (A, A) = a^2$$

En remplaçant successivement dans la formule (1) l'un des éléments, B par exemple, par une série de valeurs B, C, D, ... et ajoutant, il vient :

$$(7) \qquad P\ (A, B) + P\ (A, C) + P\ (A, D) + ... = P\ (A, B + C + D + ...)$$

Cette propriété nous montre toute l'analogie qui existe entre le symbole $P\ (A_1 + A_2 + ..., B_1 + B_2 + ...)$ et le produit des deux polynômes $A_1 + A_2 + ..., B_1 + B_2 + ...$ Si par exemple, les points A sont au nombre de p, les points B au nombre de q, si G est le centre de gravité des points A, et H celui des points B, on voit très-aisément que :

$$(8) \qquad P\ (G, H) = \frac{1}{p\ q} \Sigma\ P\ (A, B)$$

En considérant un seul groupe de points A, en nombre p et ayant G pour centre de gravité :

$$(9) \qquad p^2\ g^2 = \Sigma\ a^2 + 2\ \Sigma\ P\ (A_q, A_r)$$

Il est facile de voir aussi, d'après la valeur de P (A, B), que :

$$(10) \qquad a^2\ b^2 = [P\ (A, B)]^2 + 4\ (\text{aire AOB})^2$$

3. — La plupart des formules précédentes peuvent se traduire par des énoncés géométriques que nous supprimons pour abréger. Parmi ces relations, la formule (7) doit être considérée comme fondamentale. Elle donne lieu à de nombreuses conséquences. Nous allons en examiner seulement quelques-unes.

Si nous posons $A + B = 2L$, $A - B = 2M$, la puissance P (A, B) prend la forme :

$$(11) \qquad P\ (A, B) = P\ (L + M, L - M) = P\ (L, L) - P\ (M, M) = l^2 - m^2$$

Il est évident que l représente ici la distance de l'origine au centre, et m la longueur du rayon.

Si $B_1, B_2, \ldots B_p$ sont p points en ligne droite, également espacés les uns des autres, on a :

$$\Sigma\, P\,(A, B) = p\, P\left(A, \frac{B_1 + B_p}{2}\right) \tag{12}$$

Enfin nous avons aussi les formules :

$$P\,(A, A+B) + P\,(A, A-B) = 2\,a^2 \tag{13}$$

$$P\,(A, B) + P\,(A, A-B) = a^2 \tag{14}$$

$$P\,(A, B) + a^2 = 2\,P\left(A, \frac{A+B}{2}\right) \tag{15}$$

Il semble inutile d'insister sur l'interprétation géométrique de ces relations, conséquences directes de la formule (7).

4. — La formule (1) nous montre immédiatement que :

$$P\,(A, B) = P\,(cj\ A, cj\ B) \tag{16}$$

Si dans cette même formule (1) nous remplaçons l'un des deux éléments, A, par AX, et l'autre B par $\frac{B}{cj\ X}$, la valeur du second membre n'est pas altérée. Donc :

$$P\,(A, B) = P\left(AX, \frac{B}{cj\ X}\right) \tag{17}$$

Pour que cette formule ait un sens précis et conserve son homogénéité, il faut supposer que X est, non pas une *ligne,* mais un *nombre dirigé ;* c'est ce que nous admettrons constamment, à moins d'indication contraire.

Si pour X nous choisissons un nombre $\frac{L}{cj\ L}$ de grandeur égale à l'unité :

$$P\,(A, B) = P\left(A\,\frac{L}{cj\ L}, B\,\frac{L}{cj\ L}\right) \tag{18}$$

Il est facile d'en conclure, en attribuant à L des valeurs convenables, et en vertu de la relation (16) :

$$P\,(A, B) = P\left(A, A\,\frac{cj\ B}{cj\ A}\right) = P\left(cj\ A, \frac{B\ cj\ A}{A}\right) = P\left(B, \frac{B\ cj\ A}{cj\ B}\right) = P\left(cj\ B, \frac{A\ cj\ B}{B}\right) \tag{19}$$

5. — Considérons les puissances de l'origine par rapport à n circonférences $P\,(A_1, B_1)$, $P\,(A_2, B_2), \ldots P\,(A_n, B_n)$. Prenons arbitrairement un point M sur le plan. Nous aurons :

$$P\,(A_1, B_1) = P\left(M, B_1\,\frac{cj\ A_1}{cj\ M}\right) \tag{20}$$

en remplaçant x par $\frac{M}{A_1}$ dans la formule (17).

De même :

$$P\,(A_2, B_2) = P\left(M, B_2\,\frac{cj\ A_2}{cj\ M}\right).....$$

La somme de toutes les puissances considérées sera par conséquent :

$$\Sigma P(A,B) = P\left(M, \frac{\Sigma_B \, cj_A}{cj_M}\right) \tag{21}$$

Si l'on construit les triangles $B_1 O C_1$, $B_2 O C_2$,... symétriquement semblables à $M O A_1$, $M O A_2$,.... nous aurons $C_1, = \frac{B_1 \, cj \, A_1}{cj \, M}$, $C_2 = \frac{B_2 \, cj \, A_2}{cj \, M}$....; et par suite :

$$\Sigma P(A,B) = P(M, \Sigma C) = n P(M,G) \tag{22}$$

en appelant G le centre de gravité des points C.

6. — Prenons les puissances de l'origine par rapport à deux circonférences de diamètres AB, CD, et cherchons le produit de ces deux puissances. Nous avons (formule (2)) :

$$\begin{aligned} P(A,B).\, P(C,D) &= P\left(C, D\, P\,(A,B)\right). \\ &= P\left(C, \tfrac{D}{2}\,(A\ cj\ B + B\ cj\ A)\right) \\ &= \tfrac{1}{2} P(C, A\,D\,cj\,B) + \tfrac{1}{2} P(C, B\,D\ cj\ A) \end{aligned}$$

ou enfin (formule (17)):

$$P(A,B).\, P(C,D) = \tfrac{1}{2}\left[\, P(BC, AD) + P(AC, BD)\,\right] \tag{23}$$

On pourrait déduire de là les produits de trois ou de plusieurs puissances. Pour que ces formules puissent s'interpréter, il faut supposer qu'on se donne la ligne prise pour unité de longueur.

7. — Soient donnés trois points A, B, C, et proposons-nous de déterminer la puissance de l'origine par rapport à la circonférence passant par ces trois points. Soient R le centre de cette circonférence, et AA_1, BB_1, CC_1, les diamètres passant par les trois points A, B, C. La puissance cherchée est :

$$\Pi = P(A, A_1) = P(B, B_1) = P(C, C_1).$$

Mais $A_1 = 2R - A$,.... Donc

$$\Pi = P(A, 2R-A) = 2P(A,R) - a^2$$

De même

$$\Pi = 2P(B,R) - b^2$$

$$\Pi = 2P(C,R) - c^2$$

D'où, par addition.

$$\Pi = \tfrac{2}{3} P(A+B+C, R) - \tfrac{1}{3}(a^2+b^2+c^2) \tag{24}$$

ou, en appelant G le centre de gravité du triangle ABC,

$$\Pi = 2P(G,R) - \tfrac{1}{3}(a^2+b^2+c^2) \tag{25}$$

ce qui constitue un théorème assez simple, facile à énoncer en langage ordinaire, et qu'on peut étendre à un polygone inscrit quelconque.

Pour obtenir II en fonction de A, B, C seulement, il suffit d'exprimer R en fonction de ces trois lignes. On trouve, par un calcul s'appuyant sur la méthode des équipollences :

$$(26)\qquad R = \frac{AC\ cj\ A - AC\ cj\ C + AB\ cj\ B - AB\ cj\ A + BC\ cj\ C - BC\ cj\ B}{A\ cj\ B + B\ cj\ C + C\ cj\ A - B\ cj\ A - C\ cj\ B - A\ cj\ C}$$

c'est-à-dire, en appelant σ l'aire du triangle :

$$(27)\qquad R = \frac{i}{4\sigma}\left[a^2\,(C - B) + b^2\,(A - C) + c^2\,(B - A)\right]$$

Substituant dans la valeur de P (A + B + C, R), et remarquant qu'on a en général P (iX, Y) = — P (X, iY), et P (iX, X) = o, il vient :

$$4\sigma\,P(A + B + C, R) = (2a^2 - b^2 - c^2)\,P(B, iC) + (2b^2 - c^2 - a^2)\,P(C, iA) + (2c^2 - a^2 - b^2)\,P(A, iB),$$

et, remplaçant dans la formule (24) :

$$(28)\qquad II = \frac{1}{3}\left[\frac{2a^2 - b^2 - c^2}{2\sigma}P(B, iC) + \frac{2b^2 - c^2 - a^2}{2\sigma}P(C, iA) + \frac{2c^2 - a^2 - b^2}{2\sigma}P(A, iB) - a^2 - b^2 - c^2\right]$$

Les points iA, iB, iC, sont ceux que viendraient occuper les sommets du triangle A B C en faisant tourner celui-ci tout d'une pièce, d'un angle droit, autour de l'origine.

On trouve aussi cette autre expression :

$$(29)\qquad II = \frac{a^2\,(C\ cj\ B - B\ cj\ C) + b^2\,(A\ cj\ C - C\ cj\ A) + c^2\,(B\ cj\ A - A\ cj\ B)}{A\ cj\ B + B\ cj\ C + C\ cj\ A - B\ cj\ A - C\ cj\ B - A\ cj\ C}$$

qui peut s'écrire :

$$(30)\qquad II = \frac{a^2\ \text{aire OCB} + b^2\ \text{aire OAC} + c^2\ \text{aire OBA}}{\text{aire ABC}}$$

en tenant compte des signes des aires.

8. — Nous n'avons considéré jusqu'à présent que les puissances de l'origine par rapport à une ou plusieurs circonférences. Supposons maintenant que nous prenions la puissance d'un point C par rapport à la circonférence de diamètre AB. On voit immédiatement, par une translation de la figure parallèlement à elle-même, que :

$$(31)\qquad P_c(A, B) = P_o(A - C, B - C)$$

si bien que la puissance dont il s'agit se ramène à une autre, où l'on part de l'origine. En développant :

$$(32)\qquad P_c(A, B) = P(A, B) - P(C, A + B) + c^2$$

Pour un autre point C_1, nous avons :

$$P_{c_1}(A, B) = P(A, B) - P(C_1, A + B) + c_1^2$$

en sorte que la différence entre les puissances des deux points C et C_1 par rapport à la même circonférence A B est :

$$P\,(C_1 - C, A + B) + C^2 - C_1{}^2$$

En écrivant la relation (32) pour n points C_1, C_2,... C_n, et ajoutant, on a :

$$\Sigma\, P_C\,(A, B) = n\,P\,(A, B) - P\,(C + C_1 + \ldots + C_n, A + B) + \Sigma\, C^2$$

c'est-à-dire, en appelant Γ le centre de gravité des points C,

$$(33) \qquad \frac{1}{n}\,\Sigma\, P_C\,(A, B) = P\,(A, B) - P\,(\Gamma, A + B) + \frac{1}{n}\,\Sigma\, C^2$$

Mais, en appliquant la même formule (32) au centre de gravité Γ, et en posant gr O Γ = g,

$$P_\Gamma\,(A, B) = P\,(A, B) - P\,(\Gamma, A + B) + g^2$$

Donc :

$$(34) \qquad \frac{1}{n}\,\Sigma\, P_C\,(A, B) - P_\Gamma\,(A, B) = \frac{1}{n}\,\Sigma\, C^2 - g^2$$

9. — Nous allons chercher à déterminer la condition nécessaire pour qu'une puissance s'annule. Soit d'abord P (A, B), puissance de l'origine. Si aucun des deux éléments A, B, n'est nul, il faut, pour avoir P (A, B) = 0, que les deux droites A et B soient perpendiculaires entre elles, c'est-à-dire que l'inclinaison de $\frac{A}{B}$ soit $\pm 90^\circ$.

S'il s'agit de la puissance P_C (A, B) d'un point quelconque, la condition requise est alors que l'inclinaison de $\frac{A - C}{B - C}$ soit $\pm 90^\circ$.

APPLICATIONS.

10. — Considérons un triangle ABC, et, l'origine étant quelconque, formons les trois puissances P (A, B), P (B, C), P (C, A). Nous avons évidemment (formule (7)) :

$$(35)\ P\,(A, B) + P\,(B, C) + P\,(C, A) = P\left(A, \frac{B + C}{2}\right) + P\left(B, \frac{C + A}{2}\right) + P\left(C, \frac{A + B}{2}\right)$$

Ainsi, *la somme des puissances d'un point quelconque par rapport aux circonférences décrites sur les trois côtés d'un triangle comme diamètres, est égale à la somme des puissances du même point par rapport aux circonférences décrites sur les trois médianes.*

Il est facile d'étendre cette formule et ce théorème à un polygone d'un nombre quelconque de côtés.

11. — On a :

$$(36)\ P\,(A, B) + P\,(B, C) + P\,(C, D) + P\,(D, A) = 4\,P\left(\frac{A + C}{2}, \frac{B + D}{2}\right)$$

Donc, *la somme des puissances d'un point quelconque par rapport aux circonférences décrites sur les quatre côtés d'un quadrilatère comme diamètres, est égale à quatre fois la puissance du méme point par rapport à la circonférence ayant pour diamètre la droite qui joint les milieux des diagonales.*

Remarque. — Les quatre points A, B, C, D peuvent se succéder dans un ordre quelconque : il n'est nullement nécessaire qu'ils forment un quadrilatère proprement dit.

Corollaire. — Si le point arbitraire O est choisi sur la circonférence ayant pour diamètre la ligne qui joint les milieux des diagonales, la somme en question est nulle.

12. — Prenons les trois expressions $P_c(A, B)$, $P_A(B, C)$, $P_B(C, A)$. Développons-les d'après la formule (31) et formons-en la somme. Nous trouverons sans aucune difficulté :

$$P_c(A,B) + P_A(B,C) + P_B(C,A) = \tfrac{1}{2}[P(A\text{-}B, A\text{-}B) + P(B\text{-}C, B\text{-}C) + P(C\text{-}A, C\text{-}A)]$$

$$(37) \qquad = \tfrac{1}{2}[(gr\ AB)^2 + (gr\ BC)^2 + (gr\ CA)^2]$$

c'est-à-dire que *la somme des puissances des trois côtés d'un triangle par rapport aux circonférences décrites sur les côtés opposés comme diamètres est égale à la demi-somme des carrés des côtés.*

13. — Soient $A_1, A_2, \ldots A_n$ un système de forces en équilibre, dirigées dans un même plan, et toutes appliquées à l'origine. Nous aurons :

$$(38) \qquad \Sigma P(A_p . A_q) = -\tfrac{1}{2} \Sigma a^2$$

Cette formule n'est d'ailleurs qu'un cas particulier de la relation (9).

14. — Considérons n forces représentées par les droites $A_1, A_2, \ldots A_n$ respectivement appliquées aux points $B_1, B_2, \ldots B_n$. Soient R leur résultante, et Q l'un de ses points. Le moment d'une quelconque A_p des forces par rapport à l'origine est $\frac{i}{2}(B_p\ cj\ A_p - A_p\ cj\ B_p)$. Par conséquent,

$$\Sigma B\ cj\ A - \Sigma A\ cj\ B = Q\ cj\ R - R\ cj\ Q$$

Si l'on pose

$$Q = \frac{\Sigma B\ cj\ A}{cj\ R}$$

cette relation sera vérifiée ; le point Q est alors le *centre du système des forces.*

Si dans la formule (21) nous substituons à $\Sigma B\ cj\ A$ la valeur $Q\ cj\ R$, il vient :

$$(39) \qquad \Sigma P(A, B) = P\left(M, Q\ \frac{cj\ R}{cj\ M}\right) = P(R, Q)$$

théorème qui peut se traduire aisément en langage ordinaire.

Il est clair que ce théorème s'applique aussi au système des forces B_1, B_2,... appliquées en A_1, A_2 ....; R′ étant leur résultante et Q′ le centre du système, on a Q cj R = R′ cj Q′ ; d'où l'on déduit

$$P\ (R, Q) = P\ (R', Q')$$

15. — Supposons actuellement que $A_1 B_1$, $A_2 B_2$, ... $A_n B_n$, représentent un système de forces respectivement appliquées en A_1, A_2, ... A_n. Si U est le centre du système, nous avons :

$$U = \frac{\Sigma\, A\ cj\ (B - A)}{\Sigma\, cj\ (B - A)} \qquad cj\ U = \frac{\Sigma\, (B - A)\ cj\ A}{\Sigma\, B - \Sigma\, A}$$

Si G est le centre de gravité des points d'application A, et H celui des extrémités B des forces, on tire de là :

$$\Sigma\, B\ cj\ A = n\ (H - G)\ cj\ U + \Sigma\, a^2$$

Substituant dans la formule (21), celle-ci devient :

$$\Sigma\, P\ (A, B) = n\, P\ (U, H) - n\, P\ (U, G) + \Sigma\, a^2 \tag{40}$$

Si l'on prend pour origine le centre des forces U, la formule se réduit à :

$$\Sigma\, P\ (A, B) = \Sigma\, a^2 \tag{41}$$

Si nous représentons par UR la résultante du système, appliquée en U, la formule (40) peut encore se mettre sous la forme :

$$\Sigma\, P\ (A, B) = P\ (U, R) + \Sigma\, a^2 - u^2 \tag{42}$$

Et en prenant l'origine sur la circonférence de diamètre UR, elle se réduit à :

$$\Sigma\, P\ (A, B) = \Sigma\, a^2 - u^2 \tag{43}$$

Ces formules fournissent autant de théorèmes, qu'il est inutile d'énoncer.

DIFFÉRENTIELLES ET DÉRIVÉES DES PUISSANCES.

16. — Soit P (x, y) la puissance de l'origine par rapport à la circonférence XY. Supposons que les deux extrémités du diamètre XY subissent des déplacements $XX' = \Delta x$, $YY' = \Delta y$, et cherchons la variation qui en résulte pour la puissance. Nous aurons :

$$P\ (x', y') = P\ (x + \Delta x, y + \Delta y) = P\ (x, y) + P\ (\Delta x, y) + P\ (x, \Delta y) + P\ (\Delta x, \Delta y)$$

$$\Delta\, P\ (x, y) = P\ (\Delta x, y) + P\ (x, \Delta y) + P\ (\Delta x, \Delta y) \tag{44}$$

Si les accroissements Δx, Δy, se réduisent à des lignes infiniment petites dx, dy, le dernier terme est un infiniment petit du second ordre, et, le négligeant, il nous reste pour la différentielle de la puissance :

$$d\,P(x, y) = P(dx, y) + P(x, dy) \tag{45}$$

Pour $y = x$, on a :

$$dx^2 = 2\,P(x, dx) \tag{46}$$

En considérant x et y comme des fonctions d'une même variable réelle indépendante t, nous avons, en divisant par dt, les dérivées :

$$D.\,P(x, y) = P(D\,x, y) + P(x, D\,y) \tag{47}$$

$$D.\,x^2 = 2\,P(x, Dx) \tag{48}$$

La formule (47) peut encore s'écrire, M étant un point arbitraire,

$$D.\,P(x, y) = P\left(\frac{x\,y}{M}, \left(\frac{D\,x}{cj\,x} + \frac{D\,y}{cj\,y}\right) cj\,M\right) \tag{49}$$

De là on déduit aisément (n° 9) que la condition pour que cette dérivée s'annule est :

$$inc\,(D\,x\,cj\,y + D\,y\,cj\,x) = \pm 90^\circ \tag{50}$$

Cette condition correspond aux maxima ou minima de la puissance P (x, y); et si elle est constamment vérifiée, cette puissance reste constante.

17. — Comme application, supposons que X Y soit une tangente à une ellipse, limitée aux perpendiculaires aux extrémités du grand axe, et prenons le point O quelconque sur ce grand axe. On voit sans peine que le produit des ordonnées de X et de Y est constant, et égal au carré du petit axe. Donc $x = k + ui$, $y = l + vi$, k et l étant des constantes. De là :

$$D\,x.\,cj\,y + D\,y.\,cj\,x = (l\,D\,u + k\,D\,v)\,i + D\,(u\,v)$$

c'est-à-dire que la condition (50) est remplie, puisque $u\,v$ = const.

Donc la puissance de O par rapport à circonf. X Y est constante.

Il en serait évidemment de même si l'ellipse était remplacée par une hyperbole.

18. — Supposons que X et Y étant deux points mobiles dans un plan, leurs vitesses respectives soient XX′ et Y Y′. On aura $x' = x + D\,x$, $y' = y + D\,y$, et la dérivée D. P (x, y) pourra s'écrire, le temps étant pris pour variable indépendante :

$$D.\,P(x, y) = P(x', y) + P(x, y') - 2\,P(x, y) \tag{51}$$

19. — Cherchons la dérivée de la puissance de l'origine par rapport à la circonférence décrite sur la vitesse d'un point mobile X comme diamètre. Soit X X′ cette vitesse, et X X″ l'accélération. Nous aurons :

$$(52)\quad \begin{aligned} \mathrm{D.\,P\,(x,\,x')} &= \mathrm{P\,(D\,x,\,x+D\,x)+P\,(x,\,D\,x+D^2\,x)} \\ &= \mathrm{P\,(x,\,x+D^2\,x)+P\,(x+D\,x,\,x+D\,x)-2\,P\,(x,x)} \\ &= \mathrm{P\,(x,\,x'')+x'^2-2\,x^2} \end{aligned}$$

20. — Soit maintenant X un point variable, et A B une circonférence fixe. La puissance P (A, B) peut s'écrire (n° 8) :

$$\mathrm{P\,(A-X,\,B-X)=P\,(A,B)-P\,(X,\,A+B)+X^2}$$

En vertu des formules (45) et (46) la différentielle est donc :

$$(53)\quad d\,\mathrm{P}_x\,(\mathrm{A},\,\mathrm{B})=-\mathrm{P}\,(d\,\mathrm{X},\,\mathrm{A}+\mathrm{B})+2\,\mathrm{P}\,(d\,\mathrm{X},\,\mathrm{X})=2\,\mathrm{P}\left(d\,\mathrm{X},\,\mathrm{X}-\frac{\mathrm{A}+\mathrm{B}}{2}\right)$$

et la dérivée

$$(54)\quad \mathrm{D\,P}_x\,(\mathrm{A},\mathrm{B})=-\mathrm{P}\,(\mathrm{D\,X},\mathrm{A}+\mathrm{B})+2\mathrm{P}\,(\mathrm{D\,X},\mathrm{X})=2\,\mathrm{P}\left(\mathrm{D\,x},\,\mathrm{x}-\frac{\mathrm{A}+\mathrm{B}}{2}\right)$$

La condition pour que cette dérivée s'annule est évidemment que Dx soit perpendiculaire à la droite X D, D étant le point milieu de A B.

21. — Considérons maintenant la puissance $\mathrm{P}_z\,(x,\,y)$, les trois points Z, X, Y, étant variables. La différentielle de cette puissance s'obtiendra en la mettant sous la forme

$$\mathrm{P\,(x-z,\,y-z)=P\,(x,\,y)-P\,(x+y,\,z)+P\,(z,\,z)}$$

de sorte qu'on aura :

$$\begin{aligned} (55)\quad d\,\mathrm{P}_z\,(\mathrm{x},\,\mathrm{y}) &= \mathrm{P}\,(d\mathrm{x},\,\mathrm{y})+\mathrm{P}\,(\mathrm{x},\,d\mathrm{y})-\mathrm{P}\,(d\mathrm{x}+d\mathrm{y},\,\mathrm{z})-\mathrm{P}\,(\mathrm{x}+\mathrm{y},\,d\mathrm{z}) \\ &\quad +2\,\mathrm{P}\,(\mathrm{z},\,d\mathrm{z}) \\ &= \mathrm{P}\,(d\mathrm{x},\,\mathrm{y}-\mathrm{z})+\mathrm{P}\,(d\mathrm{y},\,\mathrm{x}-\mathrm{z})+2\,\mathrm{P}\left(d\mathrm{z},\,\mathrm{z}-\frac{\mathrm{x}+\mathrm{y}}{2}\right) \end{aligned}$$

La dérivée s'obtiendrait comme plus haut, en substituant partout la caractéristique D à d.

La condition pour que cette dérivée s'annule est :

$$(56)\qquad \mathrm{inc}\,[\mathrm{D\,(x-z)\,cj\,(y-z)+D\,(y-z)\,cj\,(x-z)}]=\pm 90^\circ$$

22. — Comme application très-simple, soit ZX une tangente à une parabole limitée en Z à la tangente au sommet, et en X à une perpendiculaire fixe quelconque à l'axe; soit de plus Y un point fixe quelconque sur cet axe.

On trouve, en appelant u, v, les ordonnées de X, Z, respectivement,

que $v\,(u-v)$ = const. En prenant le sommet pour origine, on a donc :

$$x = k + i\,u \qquad y = l \qquad z = m + i\,v$$

k, l, m étant des constantes. On déduit de là :

$$D\,(x-z)\,cj\,(y-z) + D\,(y-z)\,cj\,(x-z) = i\,w - \left(v\,D\,(u-v) + (u-v)\,D\,v\right) = i\,w$$

puisque $v\,(u-v)$ = const. La condition (56) est donc satisfaite.

Ainsi la puissance du point variable Z, par rapport à la circonférence variable XY, est constante.

23. — D'une manière générale, si l'on connaît un système de valeurs x', y', satisfaisant à la condition (50), on en déduira un sytème x, y, z satisfaisant à la condition (56), en posant :

$$x = z + \lambda\,x' \qquad y = z + \mu\,y'$$

z, λ, μ étant une ligne et deux nombres complétement arbitraires.

AXES ET CENTRES RADICAUX.

24. — Soient données deux circonférences fixes $A_1\,B_1$, $A_2\,B_2$; et proposons-nous de trouver le lieu des points X tels que la différence des puissances de X par rapport aux deux circonférences soit égale à une quantité constante donnée Δ_3.

Nous aurons :

$$P_x\,(A_1, B_1) - P_x\,(A_2, B_2) = \Delta_3 \tag{57}$$

Donc (formule (54)), si nous appelons c_1, c_2 les centres des deux circonférences, il vient :

$$P\,(D\,x, x - c_1) - P\,(D\,x, x - c_2) = 0$$

C'est-à-dire :

$$P\,(D\,x, c_1 - c_2) = 0 \tag{58}$$

Pour que cette condition soit vérifiée, D x doit être perpendiculaire à la ligne des centres. Il en résulte que le lieu cherché est une droite perpendiculaire à cette ligne.

L'équation (57) peut être considérée comme représentant la droite en question ; elle se déplace parallèlement à elle-même lorsque Δ_3 varie, et pour $\Delta_3 = 0$, l'équation (57) représente *l'axe radical.*

25. — Prenons trois circonférences $A_1\,B_1$, $A_2\,B_2$, $A_3\,B_3$, et construisons les trois droites :

$$P_x\,(A_1, B_1) - P_x\,(A_2, B_2) = \Delta_3$$
$$P_x\,(A_2, B_2) - P_x\,(A_3, B_3) = \Delta_1$$
$$P_x\,(A_3, B_3) - P_x\,(A_1, B_1) = \Delta_2$$

Ces trois droites formeront généralement un triangle, qui se réduira à un point si $\Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 = 0$, car alors l'une quelconque des trois équations est une conséquence des deux autres. Dans le cas où Δ_1, Δ_2, Δ_3, s'annulent séparément, cette condition est remplie, et le point unique d'intersection des trois axes radicaux est le *centre radical* des trois circonférences.

26. — Le lieu des points dont la somme des puissances par rapport à trois ciconférences données est constante, et égale à k, est fourni par l'équation :

$$P_x(A_1, B_1) + P_x(A_2, B_2) + P_x(A_3, B_3) = k \tag{59}$$

On en tire, en prenant les dérivées, appelant C_1, C_2, C_3 les trois centres, et G le centre de gravité de C_1, C_2, C_3,

$$P(Dx, x - G) = 0 \tag{60}$$

La droite Dx doit donc être perpendiculaire à X G ; c'est-à-dire que le point X se déplace sur une circonférence de centre G.

k ne peut être inférieur à un certain minimum, qui n'est autre que la somme des puissances du centre de gravité G par rapport aux trois circonférences. On trouve aisément que ce minimum a pour valeur :

$$\tfrac{1}{3}(\gamma_1^2 + \gamma_2^2 + \gamma_3^2) - (r_1^2 + r_2^2 + r_3^2)$$

γ_1, γ_2, γ_3 représentant les longueurs des côtés du triangle $C_1\,C_2\,C_3$ et r_1, r_2, r_3, les rayons des trois circonférences.

27. — Ce problème, traité pour n circonférences, et fournissant l'équation :

$$\Sigma P_x(A, B) = k \tag{61}$$

conduirait encore à l'équation (60) en désignant par G le centre de gravité de tous les centres. Le lieu cherché serait donc encore une circonférence de centre G. Le minimum de k est ici :

$$\frac{1}{n}\Sigma\gamma^2 - \Sigma r^2$$

le terme $\Sigma\gamma^2$ s'étendant à tous les côtés et à toutes les diagonales du polygone $C_1\,C_2 \ldots C_n$.

28. — Soit maintenant qu'on cherche à déterminer le point X de telle sorte que la somme des puissances de ce point croisse proportionnellement à l'arc s de la courbe parcourue par X, à partir d'une certaine origine fixe.

L'équation du problème sera :

$$\Sigma P_x(A, B) = ks + \text{const.} \tag{62}$$

D'où, par dérivation :

$$n\,P\,(D\,x,\,x-G)=k\,\frac{d\,s}{d\,t} \tag{63}$$

Soient v la vitesse de X, et ξ l'angle que forme la tangente avec GX. L'équation (63) peut s'écrire :

$$gr\,G\,X\cos\xi=\frac{k}{n} \tag{64}$$

Le lieu cherché est donc tel que la projection du rayon vecteur GX sur la tangente est constante. Par conséquent, ce lieu est la développante d'un cercle de centre G et de rayon $\frac{k}{n}$.

29. — D'une manière générale, si l'on se donne comme équation du problème :

$$\Sigma\,P_x\,(A,\,B)=\varphi\,(s) \tag{65}$$

On en déduit par dérivation, en posant gr GX = ρ,

$$\rho\,d\,\rho=\frac{1}{n}\,\varphi'\,(s)\,d\,s \tag{66}$$

Telle est l'équation différentielle du lieu cherché. En intégrant, on a la propriété :

$$\rho^2=\frac{2}{n}\,\varphi\,(s)+\text{const.} \tag{67}$$

et par élimination de s entre les équations (65) et (67) :

$$\Sigma\,P_x\,(A,\,B)=\frac{n}{2}\,(gr\,G\,X)^2+\text{const.} \tag{68}$$

30. — Revenons au cas de trois circonférences, de centres C_1, C_2, C_3. Soit O leur centre radical, que nous prenons pour origine, et M un point quelconque du plan. Nous avons :

$$P_M\,(A_1,\,B_1)=P\,(A_1,\,B_1)-2\,P\,(M,\,C_1)+m^2$$

Si nous projetons $C_1\,C_2$ en $C'_1\,C'_2$ sur la droite O M, il est facile d'obtenir :

$$P_M\,(A_1,\,B_1)-P_M\,(A_2,\,B_2)=2\,m.\,gr\,C'_1\,C'_2$$

Ainsi, *les différences des puissances d'un point quelconque* M *par rapport aux trois circonférences prises deux à deux, sont respectivement proportionnelles aux projections des côtés du triangle* $C_1\,C_2\,C_3$ *sur la droite* O M. *Le rapport commun est égal à* 2 gr. O M.

31. — Le centre radical de trois circonférences $A_1\,B_1$, $A_2\,B_2$, $A_3\,B_3$, étant toujours pris pour origine, prenons un point quelconque M sur le plan, et construisons les triangles $O\,B_1\,D_1$, $O\,B_2\,D_2$, $O\,B_3\,D_3$, symétriquement semblables à $O\,M\,A_1$, $O\,M\,A_2$, $O\,M\,A_3$, respectivement.

Alors $$\frac{D_1}{B_1} = \frac{\text{cj } A_1}{\text{cj } M}, \text{ d'où } D_1 = \frac{B_1 \text{ cj } A_1}{\text{cj } M},$$

et $$P(M, D_1) = P\left(M, \frac{B_1 \text{ cj } A_1}{\text{cj } M}\right) = P(A_1, B_1)$$

Donc, en vertu de la propriété du centre radical, nous avons :

(69) $$P(M, D_1) = P(M, D_2) = P(M, D_3)$$

c'est-à-dire que les trois points D_1, D_2, D_3, construits comme on l'a indiqué, sont situés sur une même perpendiculaire à OM.

32. — Soient $X_1 Y_1$, $X_2 Y_2$, $X_3 Y_3$ trois circonférences variables de centres Z_1, Z_2, Z_3, et soit U leur centre radical. Pour étudier la variation de ce centre, nous supposerons que les circonférences varient successivement, une par une, les deux autres restant constantes. Il est pour ainsi dire évident que la vitesse de U sera la somme géométrique des trois vitesses $U U'_1 = D_1 U$, $U U'_2 = D_2 U$, $U U'_3 = D_3 U$, obtenues de cette manière. Or nous avons :

$$P_U(X_1, Y_1) = P_U(X_2, Y_2) = P_U(X_3, Y_3)$$

C'est-à-dire :

$$P(X_1, Y_1) - P(U, X_1 + Y_1) = P(X_2, Y_2) - P(U, X_2 + Y_2) = P(X_3, Y_3) - P(U, X_3 + Y_3)$$

Différentions, en faisant varier seulement X_1 et Y_1 :

$$P(D X_1, Y_1) + P(X_1, D Y_1) - P(D_1 U, X_1 + Y_1) - P(U, D X_1 + D Y_1) = - P(D_1 U, X_2 + Y_2) = - P(D_1 U, X_3 + Y_3)$$

(70) $$P(D X_1, Y_1 - U) + P(D Y_1, X_1 - U) = 2 P(D_1 U, Z_1 - Z_2) = 2 P(D_1 U, Z_1 - Z_3)$$

Il apparaît tout d'abord que $D_1 U$ doit être perpendiculaire à $Z_2 Z_3$, ce qui, du reste, était évident *a priori*.

Pour achever de déterminer cette vitesse composante, construisons $D X_1 = X_1 X'_1$, $D Y_1 = Y_1 Y'_1$; puis $X_1 Y''_1 = i Y_1 Y'_1$, $Y_1 X''_1 = i X_1 X'_1$; soit $U U'_1 = D_1 U$, et $U'_1 Z'_3 = i Z_2 Z_1$, $U'_1 Z'_2 = i Z_3 Z_1$. On reconnaît sans peine que l'équation (70) équivaut à :

(71) aire $U X_1 Y''_1$ + aire $U Y_1 X''_1$ = 2 aire $U U'_1 Z'_3$ = 2 aire $U U'_1 Z'_2$

c'est-à-dire que le moment d'une quelconque des droites $U'_1 Z'_3$ ou $U'_1 Z'_2$ par rapport à U est la moyenne des moments des droites $X_1 Y''_1$ et $Y_1 X''_1$. Comme la longueur de $U'_1 Z'_3$ est connue, ainsi que celle de $U'_1 Z'_2$, cette relation suffit à déterminer la distance de $U'_1 Z'_3$, ou de $U'_1 Z'_2$ au centre radical U. Or la direction $U U'_1$ est connue déjà, de

sorte que la position du point U'_1 en résulte. On déterminerait de même les deux autres composantes $U\,U'_2$, $U\,U'_3$.

33. — Cherchons à traiter le même problème dans le cas, plus simple, où les circonférences sont mobiles, mais de rayons constants r_1, r_2, r_3. Nous suivrons encore une méthode analogue, c'est-à-dire que nous ferons mouvoir les circonférences séparément.

Si nous remarquons que $P(x_1, y_1) = P(z_1, z_1) - r_1^2$, ... il est aisé de voir que nous aurons :

$$(72)\qquad P(z_1, z_1) - 2P(u, z_1) - r_1^2 = P(z_2, z_2) - 2P(u, z_2) - r_2^2 = P(z_3, z_3) - 2P(u, z_3) - r_3^2$$

Différentions, en faisant varier seulement la circonférence Z_1 :

$$P(D\,z_1, z_1 - u) - P(D_1\,u, z_1) = -P(D_1\,u, z_2) = -P(D_1\,u, z_3)$$

On reconnaît encore que $D_1\,u$ est perpendiculaire à $Z_2 Z_3$, et l'on a en outre :

$$(73)\qquad P(D\,z_1, u - z_1) = (D_1\,u, z_2 - z_1)$$

Soient : $Z_1 Z'_1 = D\,z'_1$ $UU'_1 = D_1\,u$, $Z_1 H_1$ la hauteur du triangle $Z\ Z_2 Z_3$; $Z_1 V_1 = UU'_1$ et coïncidant en direction avec $Z_1 H_1$. Projetons enfin Z'_1 en Z''_1 sur la droite $Z_1 U$.

Il est visible que la relation (73) équivaut à :

$$Z_1 Z'_1 . Z_1 U . \cos Z'_1 Z_1 U = Z_1 V_1 . Z_1 Z_2 . \cos V_1 Z_1 Z_2$$

c'est-à-dire à :

$$(74)\qquad Z_1 Z''_1 . Z_1 U = Z_1 V_1 . Z_1 H_1 .$$

Les quatre points H_1, U, Z''_1, V_1 sont donc situés sur une même circonférence, ce qui permet, connaissant les trois premiers, de déterminer V_1 et par suite $U\,U'_1$. On obtiendrait pareillement les deux autres composantes $U\,U'_2$, $U\,U'_3$, et par suite la vitesse totale.

Il est à remarquer que chacune de ces vitesses composantes ne dépend pas de la vitesse correspondante du centre de la circonférence mobile, mais seulement de la projection ($Z_1 Z''_1$ par exemple) de cette vitesse sur la droite joignant le centre considéré au centre radical U.

M. G. FOURET

Ancien Elève de l'Ecole polytechnique.

MÉTHODE GRAPHIQUE POUR RÉSOUDRE UN SYSTÈME QUELCONQUE DE n ÉQUATIONS DU PREMIER DEGRÉ A n INCONNUES.

— *Séance du 20 août 1875.* —

I. — Dans un certain genre de questions, et notamment dans celles qui ont trait à la science des constructions, on s'attache aujourd'hui à remplacer, dans beaucoup de cas, le calcul par des procédés graphiques, qui ont souvent l'avantage d'être plus lumineux et de conduire au résultat par une marche plus sûre et plus rapide, tout en fournissant une approximation suffisante. M'étant proposé, il y a quelque temps, de chercher, dans cet ordre d'idées, une méthode purement géométrique pour déterminer les moments fléchissants sur les appuis d'une poutre droite, j'ai été conduit à résoudre graphiquement le système d'équations dont on tire habituellement les valeurs de ces moments (1). — Puis, généralisant la question, j'ai donné, peu temps après, un procédé graphique pour résoudre un système quelconque de n équations du premier degré à n inconnues (2). Cette solution, malgré sa généralité, présentait, au point de vue géométrique, le défaut d'exiger, dans la plupart des cas, une préparation préalable des équations. La présente note a pour but d'exposer une nouvelle méthode, qui évite entièrement l'intervention de l'algèbre : elle contient ainsi une solution complète et générale d'une question dont M. Chasles, le premier, s'est occupé, en en traitant quelques cas simples, comme application de sa théorie des divisions homographiques (3).

II. — LEMME. — *Lorsque deux points* M *et* N *(fig. 5), se meuvent respectivement sur deux droites* (A) *et* (B), *de manière que leurs distances* x *et* y *à des origines fixes situées sur* (A) *et* (B) *soient constamment liées par une relation linéaire,*

$$\alpha x + \beta y = \gamma \tag{1}$$

les positions simultanées des deux points mobiles déterminent sur

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. LXXX, p. 550.
(2) *Bulletin de la Société mathématique de France*, t. III, p. 93.
(3) Chasles. *Géométrie supérieure*, p. 224.

(A) *et* (B) *des divisions proportionnelles ; et si ces dernières droites sont parallèles, les droites joignant les positions correspondantes des deux points mobiles concourent en un même point, dont les distances à* (A) *et à* (B) *sont dans un rapport égal à* $-\frac{\beta}{\alpha}$

La relation (1) peut s'écrire :

$$\alpha\left(x-\frac{\gamma}{\alpha}\right)+\beta y=o$$

d'où :

$$\frac{x-\frac{\gamma}{\alpha}}{y}=-\frac{\beta}{\alpha} \tag{2}$$

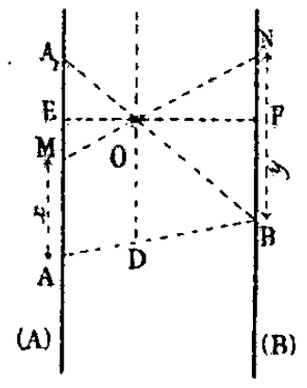


Fig. 5.

Sur la droite (A) prenons à partir de l'origine A une longueur $AA_1=\frac{\gamma}{\alpha}$, puis portons sur (A) et (B) respectivement deux longueurs $x = AM$, $y = BN$, vérifiant la relation (1). On a évidemment

$$x-\frac{\gamma}{\alpha}=A_1M$$

et la relation (2) peut s'écrire

$$\frac{A_1M}{BN}=-\frac{\beta}{\alpha}$$

Par suite, les points M et N déterminent respectivement sur (A) et (B) et à partir des points A_1 et B des segments proportionnels. Il résulte de là, en vertu d'un théorème de géométrie élémentaire bien connu, que la droite MN rencontre A_1B en un point fixe O ; en d'autres termes, que la droite joignant constamment les deux points mobiles, pivote autour d'un point fixe.

Soient OE et OF, les distances du point O aux droites (A) et (B). OE et OF étant des hauteurs correspondantes dans les deux triangles semblables A_1OM et BON, on a :

$$\frac{OE}{OF}=\frac{A_1M}{BN}=-\frac{\beta}{\alpha}$$

ce qui, en ayant égard aux signes, démontre la seconde partie du lemme.

On peut remarquer que la parallèle aux droites (A) et (B), menée par le point O, partage AB dans le rapport $-\frac{\beta}{\alpha}$; c'est-à-dire que, D étant le point d'intersection de cette parallèle avec AB, on a :

$$\frac{AD}{BD}=-\frac{\beta}{\alpha}$$

En sorte que le rapport ρ, suivant lequel le point D divise AB, est déterminé par la relation :

$$\rho = -\frac{\beta}{\alpha}$$

ou

$$\alpha\rho + \beta = o \tag{3}$$

le rapport ρ étant positif ou négatif, suivant que le point O est situé en dehors ou en dedans des deux parallèles (A) et (B).

On voit enfin, d'après ce qui précède, que ρ est égal à la valeur limite de $\frac{x}{y}$, lorsque ces deux variables croissent indéfiniment, sans cesser de vérifier la relation (1).

III. — Soit à résoudre le système des n équations :

$$\left\{\begin{array}{l} a_1 x_1 + a_2 x_2 + \ldots\ldots\ldots\ldots + a_n x_n + a_{n+1} = o \\ b_1 x_1 + b_2 x_2 + \ldots\ldots\ldots\ldots + b_n x_n + b_{n+1} = o \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ k_1 x_1 + k_2 x_2 + \ldots\ldots\ldots\ldots + k_n x_n + k_{n+1} = o \end{array}\right. \tag{4}$$

Remplaçons ce système par le suivant :

$$\left\{\begin{array}{l} a_0 x_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \ldots\ldots\ldots + a_n x_n + a_{n+1} = o \\ \qquad b_1 x_1 + b_2 x_2 + \ldots\ldots\ldots + b_n x_n + b_{n+1} = o \\ \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \qquad k_1 x_1 + k_2 x_2 + \ldots\ldots\ldots + k_n x_n + k_{n+1} = o \end{array}\right. \tag{5}$$

qui n'en diffère que par l'adjonction à la première équation d'un nouveau terme contenant une inconnue auxiliaire x_0, multipliée par un coefficient arbitrairement choisi.

Concevons qu'entre les n équations (5) on élimine les inconnues $x_0, x_1, \ldots x_n$, moins deux d'entre elles, x_p et x_n. On obtiendrait comme résultat une équation linéaire en x_p et x_n, telle que :

$$\lambda x_p + \mu x_n = \nu. \tag{6}$$

Cela posé, si l'on donnait à x_n une valeur quelconque, le système des équations (5) fournirait un système de valeurs correspondantes pour $x_0, x_1, x_2, \ldots x_{n-1}$, et en faisant varier la valeur attribuée à x_n, la valeur correspondante de chacune des n autres inconnues varierait, en restant liée à x_n par une relation linéaire semblable à (6).

Sur un système de $n + 1$ droites parallèles, prises arbitrairement,

A_0X_0, A_1X_1, A_2X_2, ... A_nX_n, portons dans un même sens et à partir des points A_0, A_1, A_2, ... A_n, des longueurs A_0M_0, A_1M_1, A_2M_2, ... A_nM_n, respectivement égales aux valeurs correspondantes de x_0, x_1, x_2, ... x_n. En vertu du lemme démontré plus haut, et appliqué à chacune des relations analogues à la relation (6), les droites M_0M_n, M_1M_n, ... M_pM_n, ... $M_{n-1}M_n$, pivoteront chacune autour d'un point fixe, lorsqu'on fera varier la valeur attribuée à x_n. La droite M_pM_n par exemple, pivotera autour d'un point I_p dont les distances à A_pX_p et à A_nX_n seront dans un rapport égal à $-\frac{\mu}{\lambda}$. Suivant que $\frac{\mu}{\lambda}$ sera positif ou négatif, le point I_p sera situé en dedans ou en dehors des parallèles A_nX_n et A_pX_p.

En nous fondant sur une remarque faite précédemment, nous voyons que le rapport $-\frac{\mu}{\lambda}$ est égal à la limite de $\frac{x_p}{x_n}$, lorsque x_p et x_n croissent ensemble au delà de toute limite, en vérifiant toujours la relation (6), ou, ce qui revient au même, en satisfaisant au système des équations (5).

Posons d'une manière générale :

$$y_p = -\frac{\mu}{\lambda} = \text{lim.}\,\frac{x_p}{x_n} \text{ pour } x_n = \infty$$

En divisant par x_n les n équations (5), faisant tendre les variables vers l'infini et opérant le changement de variables que nous venons d'indiquer, on obtient immédiatement un système de n équations contenant $y_0, y_1, y_2, \ldots y_{n-1}$

$$(7)\quad \begin{cases} a_0 y_0 + a_1 y_1 + a_2 y_2 + \ldots\ldots + a_{n-1} y_{n-1} + a_n = 0 \\ b_1 y_1 + b_2 y_2 + \ldots\ldots + b_{n-1} y_{n-1} + b_n = 0 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ k_1 y_1 + k_2 y_2 + \ldots\ldots + k_{n-1} y_{n-1} + k_n = 0 \end{cases}$$

La première de ces équations déterminera immédiatement y_0, lorsqu'on connaîtra $y_1, y_2, \ldots y_{n-1}$, et quant à ces $n-1$ inconnues, elles sont déterminées par l'ensemble des $n-1$ dernières équations (1). On a ainsi ramené la question à la résolution d'un système de $n-1$ équations en y, que l'on traitera de la même manière que le système des n équations en x, et l'on continuera ainsi, jusqu'à ce que l'on soit parvenu à un système composé de deux équations, ou même à une équation unique.

Ayant déterminé les valeurs des y, pour construire les valeurs des x qui satisfont au système (4), on donnera dans les équations (5) à x_n une valeur arbitraire, et les valeurs correspondantes de $x_0, x_1, \ldots x_{n-1}$, seront fournies par un système d'équations qui ne différera du système (7) que par les termes indépendants. On traitera ce nouveau système

comme le système (7), en le ramenant successivement à d'autres plus simples, ne contenant plus que $n-1$, $n-2$, ... 2, 1 équations.

Connaissant les valeurs de y_0, y_1, ... y_{n-1}, et les valeurs d'essai de $x_0, x_1, \ldots x_{n-1}$, correspondant à une valeur de x_n prise arbitrairement, on pourra construire les valeurs exactes des inconnues de la manière suivante, en profitant de l'indétermination qui existe dans les positions relatives des parallèles A_0X_0, A_1X_1, ... A_nX_n, pour simplifier les opérations.

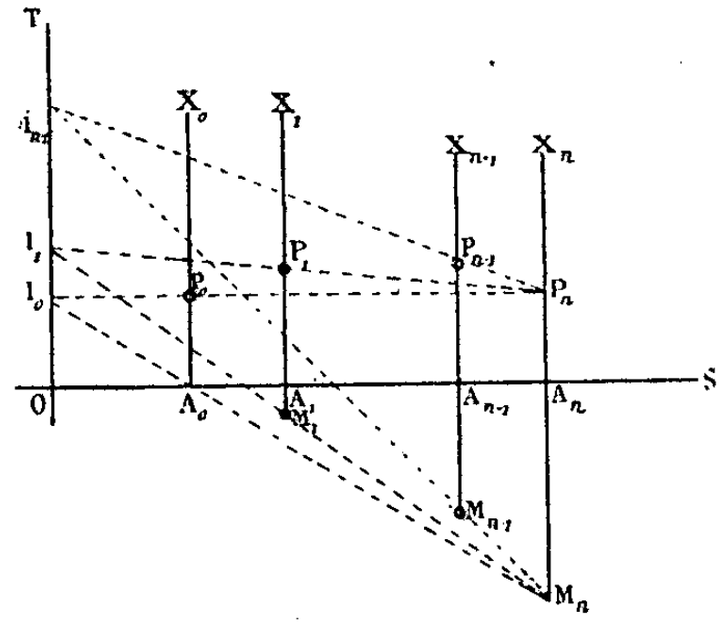


Fig. 6.

A cet effet, prenons à partir d'une origine O (fig. 6) sur une droite O S, $OA_0 = y_0$, $OA_1 = y_1$, ... $OA_{n-1} = y_{n-1}$, $OA_n = 1$. Il est bien clair que les parallèles A_0X_0, A_1X_1, ... $A_{n-1}X_{n-1}$, A_nX_n, ainsi déterminées, sont situées les unes par rapport aux autres et par rapport au point O à des distances qui satisfont aux conditions énoncées plus haut. Les pivots I sont dans ce cas tous situés sur la parallèle O T aux droites A X menée par le point O.

Soient $x_n = A_nP_n$ la valeur d'essai de x_n, et $x_0 = A_0P_0$, $x_1 = A_1P_1$, ... $x_{n-1} = A_{n-1}P_{n-1}$, les valeurs correspondantes de x_0, x_1, ... x_{n-1}, obtenues par le procédé que nous avons indiqué. La perspective des points $P_0, P_1, \ldots P_{n-1}$, faite sur OT du point P_n pris comme point de vue, fournira les pivots $I_0, I_1, \ldots I_{n-1}$. Cela fait, on joindra I_0A_0 qui coupera A_nX_n au point M_n, puis M_nI_1, qui coupera A_1X_1 au point M_1, M_nI_2 qui coupera A_2X_2 en M_2, et ainsi de suite ; enfin M_nI_{n-1} qui coupera $A_{n-1}X_{n-1}$, en M_{n-1}. L'ensemble des valeurs $x_1 = A_1M_1$, $x_2 = A_2M_2$, ... $x_{n-1} = A_{n-1}M_{n-1}$, $x_n = A_nM_n$, formera la solution du système des équations (4).

En résumé, nous avons fait voir : 1° comment on ramène immédiatement la résolution d'un système de n équations du premier degré à n inconnues, à la résolution de deux systèmes de $n-1$ équations à

$n-1$ inconnues ; 2° comment, ces deux derniers systèmes une fois résolus, on en déduit par une construction graphique fort simple la solution du premier. Les deux systèmes auxiliaires de $n-1$ équations se traitent de la même manière que le système proposé, et la méthode exposée résout ainsi la question d'une façon complète.

M. LAISANT

Capitaine, chef du génie, à Tlemcen.

CALCUL DU PRODUIT DE TOUS LES SINUS DU PREMIER QUADRANT, DE DEGRÉ EN DEGRÉ

— Séance du 21 août 1875. —

Pour calculer le produit $\Pi = \sin. 1^\circ \sin. 2^\circ \ldots \sin. 90^\circ$, nous emploierons les deux formules suivantes, d'une vérification immédiate :

$$(1) \qquad \sin. x \sin. (60^\circ - x) \sin. (60^\circ + x) = \frac{1}{4} \sin. 3x.$$

$$(2) \qquad \sin. x \sin. (90^\circ - x) = \frac{1}{2} \sin. 2x.$$

Dans la formule (1) remplaçons successivement x par $1^\circ, 2^\circ, \ldots 30^\circ$.

$$\sin. 1^\circ, \sin. 59^\circ, \sin. 61^\circ = \frac{1}{4} \sin. 3^\circ.$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$\sin. 30^\circ, \sin. 30^\circ, \sin. 90^\circ = \frac{1}{4} \sin. 90^\circ.$$

Effectuons le produit :

$$\Pi. \frac{\sin. 30^\circ}{\sin. 60^\circ} = \frac{1}{4^{30}} \sin. 3^\circ. \sin. 6^\circ \ldots \sin. 90^\circ.$$

$$(3) \qquad \Pi = \frac{\sqrt{3}}{4^{30}} \sin. 3^\circ, \sin. 6^\circ \ldots \sin. 90^\circ = \frac{\sqrt{3}}{4^{30}} \Pi_1$$

Appliquons la même formule (1) à $x = 3^\circ, 6^\circ, \ldots 30^\circ$:

$$\sin. 3^\circ. \sin. 57^\circ. \sin. 63^\circ = \frac{1}{4} \sin. 9^\circ.$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$\sin. 30^\circ. \sin. 30^\circ. \sin. 90^\circ = \frac{1}{4} \sin. 90^\circ.$$

et par multiplication :

$$(4) \qquad \Pi_1 = \frac{\sqrt{3}}{4^{10}} \sin. 9^\circ. \sin. 18^\circ \ldots \sin. 90^\circ = \frac{\sqrt{3}}{4^{10}} \Pi$$

Or, en vertu de la formule (2) :

$$\sin.\ 9^\circ.\ \sin.\ 81^\circ = \frac{1}{2}\sin.\ 18^\circ.$$

$$\sin.\ 18^\circ.\ \sin.\ 72^\circ = \frac{1}{2}\sin.\ 36^\circ.$$

$$\sin.\ 27^\circ.\ \sin.\ 63^\circ = \frac{1}{2}\sin.\ 54^\circ.$$

$$\sin.\ 36^\circ.\ \sin.\ 54^\circ = \frac{1}{2}\sin.\ 72^\circ.$$

De plus $$\sin.\ 45^\circ = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

Donc, par multiplication :

$$(5)\qquad \Pi_2 = \frac{1}{\sqrt{2}}\frac{1}{4^2}\sin.\ 18^\circ.\ \sin.\ 36^\circ.\ \sin.\ 54^\circ.\ \sin.\ 72^\circ = \frac{1}{\sqrt{2}}\frac{1}{4^2}\Pi_3$$

La même formule (2) nous donne :

$$\sin.\ 18^\circ.\ \sin.\ 72^\circ = \frac{1}{2}\sin.\ 36^\circ.$$

$$\sin.\ 36^\circ.\ \sin.\ 54^\circ = \frac{1}{2}\sin.\ 72^\circ.$$

D'où

$$(6)\qquad \Pi_3 = \frac{1}{4}\sin.\ 36^\circ.\ \sin.\ 72^\circ.$$

Enfin, comme on le voit dans les traités de trigonométrie :

$$\sin.\ 36^\circ = \frac{1}{4}\sqrt{10 - 2\sqrt{5}}$$

$$\sin.\ 72^\circ = \frac{1}{4}\sqrt{10 + 2\sqrt{5}}$$

D'où

$$(7)\qquad \sin.\ 36^\circ.\ \sin.\ 72^\circ = \frac{\sqrt{5}}{4}$$

Actuellement, multiplions entre elles les relations (3), (4), (5), (6) et (7) et il nous viendra :

$$\Pi = \frac{\frac{3}{2}\sqrt{10}}{4^{44}}$$

pour l'expression du produit cherché.

En cherchant à calculer ce produit par logarithmes, on trouve qu'à la droite de la virgule il y a 25 zéros, et que les premiers chiffres significatifs qui viennent ensuite sont 1532...

La moyenne géométrique de ces 90 sinus est $\left(\frac{\frac{3}{2}\sqrt{10}}{4^{44}}\right)^{\frac{1}{90}} = \left(\frac{90}{4^{89}}\right)^{\frac{1}{180}}$
Calculée par logarithmes, elle est égale à 0,19541... A une minute près c'est le sinus de 11° 16'.

La moyenne arithmétique des mêmes sinus a pour expression connue $\frac{1}{90\sqrt{2}} \frac{\sin.(45° 30')}{\sin. 30'}$. On trouve qu'elle est égale à 0,64217... C'est le sinus de 39° 57' à une minute près.

M. LAISANT
Capitaine, chef du génie, à Tlemcen.

NOTE SUR UN COMPAS TRISECTEUR

— Séance du 21 août 1875. —

Le problème de la trisection de l'angle a été, comme celui de la quadrature du cercle, l'objet des recherches les plus persistantes et les plus vaines. On sait qu'il est parfaitement démontré que ce problème, dans le cas général, dépend d'une équation du 3e degré, de telle sorte qu'il est impossible de le résoudre géométriquement avec la règle et le compas.

La trisection de l'angle présente cependant un intérêt très-grand dans de nombreuses questions, et cela explique l'ardeur qu'on a mise à la rechercher. Pour s'en convaincre, il suffit de parcourir un *Mémoire* très-intéressant publié par M. H. Brocard, capitaine du génie, *sur divers problèmes de géométrie dont la solution dépend de la trisection de l'angle.* A la lecture de ce mémoire, mon attention fut ramenée sur ce problème fameux, et je me demandai s'il ne serait pas possible de le résoudre mécaniquement en quelque sorte, au moyen d'un instrument spécial. Je communiquai mon idée à M. Brocard, en lui indiquant le dispositif que j'avais imaginé ; il voulut bien en faire l'objet d'une *Note* présentée à la *Société mathématique de France,* et qui a été insérée dans le *Bulletin* de cette société (T. III, p. 47) avec une figure explicative. J'espère que cependant l'*Association française pour l'avancement des sciences* voudra bien accueillir avec intérêt la note que je lui présente aujourd'hui sur le même sujet ; car cette note ne fait pas double emploi avec celle de M. Brocard : elle la complète, et

elle a surtout pour objet la description même du petit appareil en question, dont le principe seul a été exposé dans le *Bulletin de la Société mathématique.*

PRINCIPE DE L'INSTRUMENT. — Soient : oA, oB, oC, oD, (fig. 7) quatre tiges rigides réunies en o à une même charnière; $oafc$, $obed$, deux losanges articulés, a, b, c, d étant des pivots à charnières, fixes sur oA, oB, oC, oD respectivement ; et f, e, deux glissières pouvant se mouvoir le long des tiges oB, oC. Pour une ouverture quelconque de l'appareil, on aura toujours $aof = foc = eod$; c'est-à-dire $AoB = \frac{1}{3} AoD$.

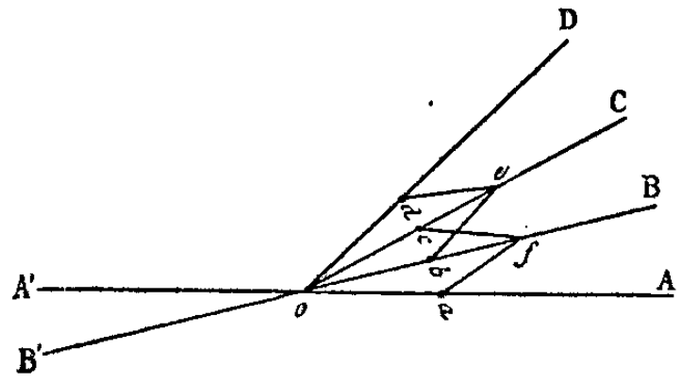


Fig. 7.

Supposons $oA = oD = r$, et prolongeons d'une seule pièce les tiges oA, oB, en oA', oB', ces nouvelles longueurs étant aussi égales à r. Il est évident que si l'écartement AD représente la corde sous-tendue par un arc x dans un cercle de rayon r, A′ B′ représentera la corde sous-tendue dans le même cercle par l'arc $\frac{x}{3}$

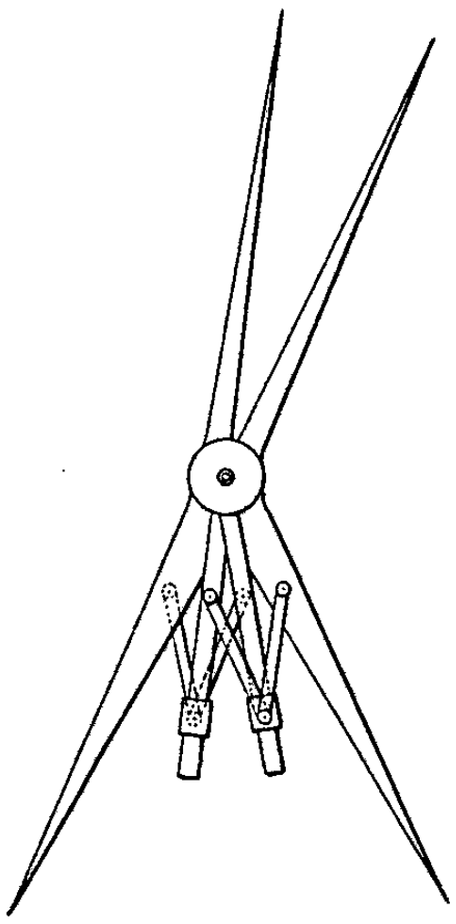


Fig. 8.

USAGE. — L'emploi de l'instrument résulte presque immédiatement de ce qui précède. Pour diviser en trois parties égales un angle donné, on coupera cet angle par une circonférence de rayon r (égal à la longueur des branches du compas) et ayant pour centre le sommet. On appliquera une pointe A sur l'une des extrémités de l'arc intercepté, et, ouvrant plus ou moins l'autre branche, on fera coïncider l'autre pointe B avec l'autre extrémité. Retournant alors le compas, à la manière d'un compas de réduction, on aura en A′B′ la corde du tiers d'arc cherché.

RÉALISATION PRATIQUE. — La figure 8, sans être un croquis d'exécution, montre comment l'appareil pourrait être réalisé. Cette figure est construite dans le cas où r = 4 centimètres. Il est inutile de la décrire

plus amplement ; elle se comprend à la seule inspection, d'après les explications qui précèdent.

VARIÉTÉ. — L'appareil pourrait encore être construit autrement, et par exemple, au moyen de la disposition indiquée (fig. 9) :

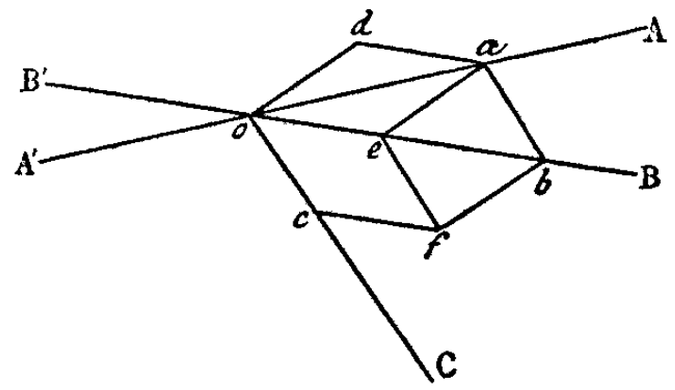


Fig. 9.

A′*o* A, B′*o* B, *o* C, tiges rigides ;
o d a e, *e a b f*, *o e f c*, losanges articulés ;
a, *b*, glissières sur *o* A, *o* B, respectivement ;
e, *c*, pivots fixes sur *o* B, *o* C ;
d, *f*, pivots à charnières.

Si l'appareil venait à être réalisé, il appartiendrait au constructeur d'apprécier quelle est celle des deux combinaisons qu'on doit considérer comme la plus pratique.

M. FOURET

Ingénieur civil, ancien Élève de l'École polytechnique.

SUR LES TRANSFORMATIONS DE CONTACT D'UN SYSTÈME DE COURBES PLANES

— Séance du 21 août 1875. —

M. C. HUBERT

Instituteur à Pornic (Loire-Inférieure).

SUR L'AGROMÈTRE

— Séance du 21 août 1875. —

Les ingénieurs possèdent des instruments de tous genres qui suffisent, sans doute, à leurs besoins, mais l'utile et modeste arpenteur n'a rien qui réponde entièrement aux siens. Il se voit condamné à traîner la chaîne des journées entières, pour exécuter le moindre travail sur le terrain.

Frappé de la perte de temps qu'impose le chaînage, et de l'impossibilité de mesurer exactement une pente ramenée à l'horizon, l'idée d'un instrument remplissant les conditions requises pour l'arpentage des divisions parcellaires du cadastre a amené l'instituteur de Pornic à la recherche de ce problème :

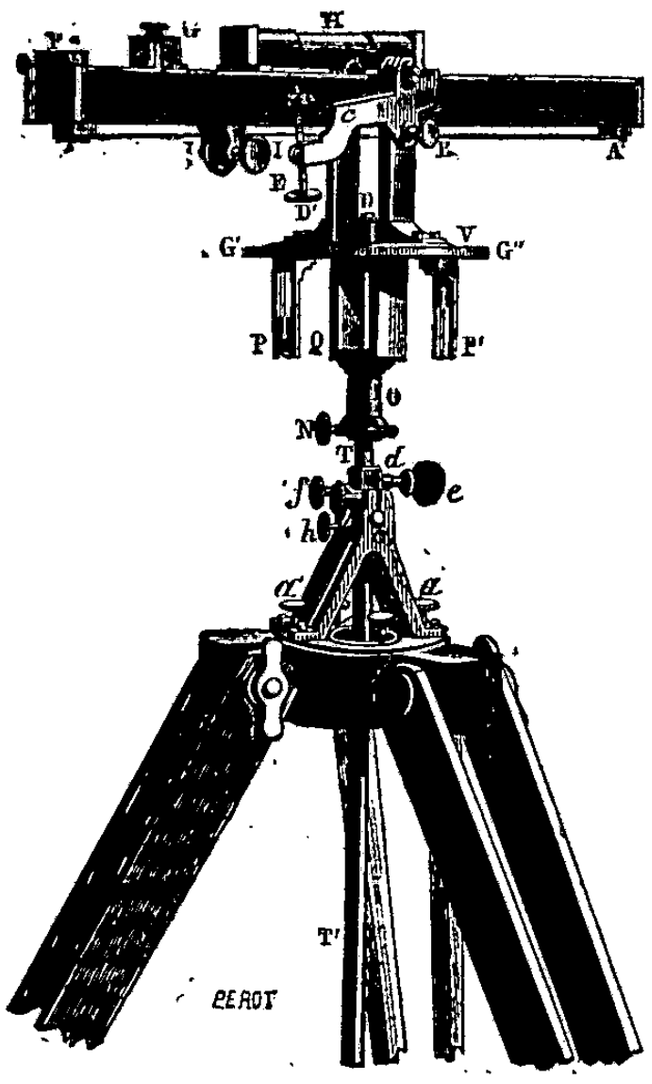


Fig. 10.

Trouver un instrument qui remplaçât la chaîne et l'équerre d'arpenteur, le graphomètre, le niveau d'eau, et qui réduisît les opérations d'arpentage, de nivellement et de levé des plans.

L'agromètre dont la description et l'emploi sont décrits dans cette note donne la solution de ce problème. Sur cet instrument, d'un maniement et d'un transport faciles, se *lisent* les distances, les angles, les différences de niveau et les nombres nécessaires au calcul des hauteurs et des distances inaccessibles.

L'agromètre se compose :

1° D'un compteur-métrique;
2° D'un graphomètre ;
3° D'un trépied ;
4° D'une mire.

Le compteur-métrique consiste en un tube carré A A′ dont la partie supérieure est évidée, moins une portion, à droite, sur laquelle se trouvent les divisions métriques.

Sa longueur est de 0m 50.

On peut lui imprimer un mouvement de bascule en desserrant la vis d'arrêt B, qui presse le levier C contre le support D. Ce levier tourne sur le même axe que le compteur-métrique, quoiqu'il en soit indépendant.

Une vis de rappel E les relie, et sert à préciser la direction à donner aux rayons visuels menés en F par les œilletons.

Les œilletons consistent en quatre points de visée pratiqués sur une plaque de cuivre, tournant librement sur son axe, et pouvant prendre d'elle-même une position verticale.

Le plus élevé indique les angles sur le graphomètre ; le second se trouve sur le même plan que la partie supérieure du compteur et sert au nivellement et à la mesure des distances ; l'un ou l'autre des deux autres précise les distances lues sur le compteur-métrique, distances marquées par le point d'arrêt d'un curseur.

Ce curseur G, porteur de deux fils perpendiculaires entre eux, parcourt le compteur au moyen d'une courroie A A′ dont les deux extrémités sont fixées à la partie inférieure du curseur. Un bouton I imprime le mouvement transmis par une poulie J. Deux petites poulies A et A′ placées aux extrémités du compteur, facilitent cette transmission. Le fil horizontal effleure, dans sa course, la partie supérieure du compteur. Un niveau à bulle d'air H, annexé au compteur métrique, permet de placer celui-ci horizontalement.

Le *graphomètre* G′ G″ est une circonférence divisée en 360 degrés. Deux pinnules P, P′ placées aux deux extrémités d'un même diamètre, font corps avec le limbe, la graduation part de la première. Sur le vernier V se trouvent les supports D, D′ du compteur. L'alidade mobile du graphomètre n'est autre que le compteur-métrique lui-même : le premier œilleton et le fil vertical du curseur donnent la ligne de visée qui doit marquer les degrés sur le limbe. La pièce Q est évidée de manière à donner passage aux rayons visuels menés des pinnules. Une douille O se visse sur cette pièce ; elle adhère au besoin, à la partie qui entre dans la douille, au moyen de la vis N. La pression exercée par cette vis empêche tout mouvement du limbe du graphomètre. C'est sur ce point que pivote tout l'instrument.

Le *trépied* a une forme particulière à sa partie supérieure. Deux supports *a*, *a′* parallèles, portent un manchon *b* au moyen des axes *c*. Un second *d* passe dans le précédent et s'y trouve maintenu par deux pointes de vis. Enfin, dans ce manchon *d*, passe un axe TT′ qui repose sur le sol.

La vis *e* fait pression contre l'axe et donne à l'instrument une grande stabilité.

Les vis *f* pressent sur *c* (et *c'* que l'on ne peut voir) et la vis *h* sur la pièce *d*.

Si l'on suppose l'axe T T' maintenu au dessus du sol par la vis *e*, et que les autres n'exercent aucune pression, cette tige, oscillant à angles droits, finit par prendre une position verticale. Le mouvement étant arrêté, on serre les vis *f* et *h*; on desserre la vis *e*, la tige glisse sur le sol ; on serre de nouveau cette dernière et rien ne peut plus remuer. La hauteur du support étant ainsi réglée, celle de l'instrument reste constante.

La *mire* est à coulisse, et a un développement de 4 mètres. La partie mobile porte deux voyants fixés invariablement à deux mètres de distance. Un collier la maintient, au besoin, à une hauteur déterminée.

Sur la partie fixe de la mire, sont les divisions métriques. Un zéro est sur le sol, d'un côté; un autre zéro est à la hauteur invariable de l'instrument placé sur son support.

Il est facile de concevoir que, par suite du déplacement du curseur sur la partie graduée du compteur-métrique, cet appareil puisse être employé comme *stadia* et donner la mesure des longueurs. La ligne de visée pouvant être rendue horizontale, on conçoit que cet appareil puisse donner des différences de niveau et le graphomètre permet d'évaluer des angles. On a donc tous les éléments qui peuvent servir à la résolution des questions qui se présentent dans l'arpentage.

M. LENEVEU

Ingénieur civil, à Nantes.

TRACÉ DES ENGRENAGES ÉPICYCLOÏDES

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 21 août 1875. —

M. LENEVEU s'est proposé d'éviter, dans les engrenages, l'existence d'une section de rupture intérieure à la circonférence primitive; il a été conduit à prendre des circonférences génératrices dont les diamètres soient plus petits que les rayons des circonférences primitives. Il reste à déterminer le diamètre des circonférences génératrices, de manière à être assuré d'avoir une denture d'égale résistance, même après une certaine usure.

M. MARCEL DEPREZ

Ingénieur civil.

SUR LA REPRÉSENTATION GRAPHIQUE DES LOIS DU CHOC

SUR LA MESURE DES PRESSIONS DES GAZ DE LA POUDRE

— Séance du 21 août 1875. —

M. A. MANNHEIM

Chef d'escadron d'Artillerie, Professeur à l'Ecole polytechnique.

RECHERCHES SUR LA SURFACE DE L'ONDE

— Séance du 21 août 1875. —

On peut faire dériver la surface de l'onde d'un ellipsoïde, de la manière suivante : on joint le centre o (fig. 11) de cet ellipsoïde à un point quelconque m de cette surface et l'on mène en ce point la normale $m\ n$ à l'ellipsoïde. Dans le plan $o\ m\ n$, on élève du point o une perpendiculaire à $o\ m$ et l'on porte sur cette droite le segment $o\ m_1$ égal à $o\ m$. Cette construction étant répétée pour tous les points de l'ellipsoïde, on obtient des points tels que m_1 qui sont sur une surface de l'onde.

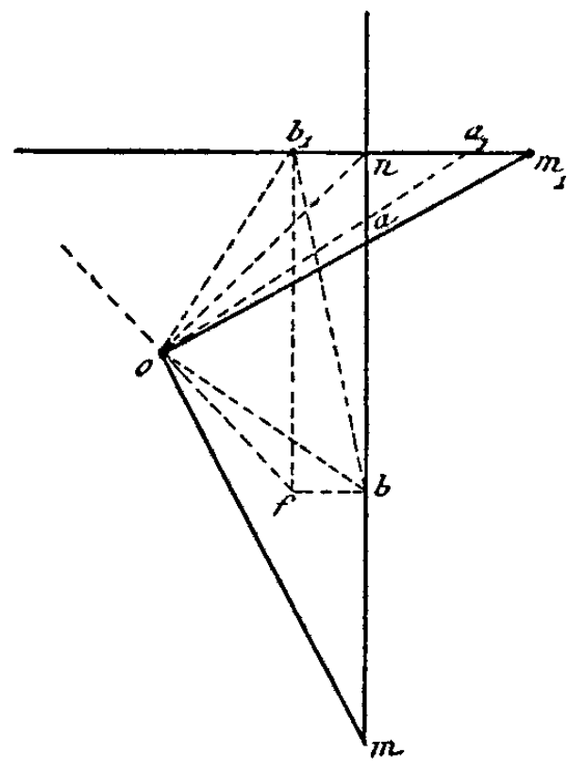


Fig. 11.

La normale au point m_1 de cette surface est la perpendiculaire $m_1\ n$ abaissée sur la normale $m\ n$ à l'ellipsoïde ; puisque l'angle $m\ o\ m_1$ est droit, que les normales $m\ n_1$, $m_1\ n$ sont perpendiculaires entre elles et que $o\ m_1$ est égal à $o\ m$, on voit qu'on obtiendra la normale $m_1\ n$ à la surface de l'onde en faisant tourner, autour du point o d'un angle droit dans le plan $o\ m\ n$, la normale $m\ n$ à l'ellipsoïde.

Considérons une normalie à l'ellipsoïde et appliquons cette construction à chacune des génératrices de cette surface. Nous obtiendrons ainsi une normalie à la surface de l'onde : nous dirons que cette normalie dérive de la normale à l'ellipsoïde ou y correspond (1).

Le problème que je vais résoudre est le suivant :

Quelles sont les normalies de l'ellipsoïde auxquelles correspondent les normalies à la surface de l'onde qui sont développables ?

Marquons un point quelconque b sur la normale $m\,n$ à l'ellipsoïde. Après le mouvement de rotation de cette droite, ce point vient en b_1, qu'on peut marquer sur la normale de la surface de l'onde. L'angle $b\,o\,b_1$ est alors droit et $o\,b_1 = o\,b$: on voit ainsi que le point b décrivant une surface parallèle à l'ellipsoïde, le point b_1 décrira une surface parallèle à la surface de l'onde, le point b_1 étant lié au point b par une construction tout à fait analogue à celle qui nous a donné la surface de l'onde elle-même.

Si le point b décrit sur la surface parallèle à l'ellipsoïde une courbe normale au plan $o\,m\,n$, la courbe correspondante décrite par le point b_1 est aussi normale au même plan.

Ceci rappelé, faisons décrire au point m une courbe quelconque sur l'ellipsoïde et considérons la normalie à cette surface, dont cette courbe est la directrice. Supposons qu'au point b le plan tangent à cette normalie soit perpendiculaire au plan $o\,m\,n$. D'après ce que nous venons de dire, le point b_1 entraîné avec la normale à la surface de l'onde, décrira aussi une courbe normale au plan $o\,m\,n$.

Au point b_1 le plan $o\,m\,n$ est donc normal à la normalie à la surface de l'onde qui correspond à la normalie à l'ellipsoïde.

Nous voyons ainsi que :

Une normalie à l'ellipsoïde et la normalie correspondante à la surface de l'onde sont normales au plan o m n *en des points tels que les droites allant du centre de l'ellipsoïde à ces points sont à angle droit.*

Démontrons autrement cette propriété.

L'angle $m\,n\,m_1$, qui est toujours droit, quelle que soit la directrice de la normalie à l'ellipsoïde, est une figure de grandeur invariable dont le déplacement est bien défini. Pendant que le côté $n\,m$ engendre cette normalie, l'autre côté $n\,m_1$ engendre la normalie à la surface de l'onde. Pour un déplacement infiniment petit du plan $m\,n\,m_1$, le foyer de ce plan est un point f de la perpendiculaire élevée du point o à la droite $o\,n$. Les pieds b et b_1 des per-

(1) On peut transformer une surface réglée quelconque en faisant tourner d'un angle constant ses génératrices dans des plans passant par chacune de ces droites et par un point fixe.

pendiculaires abaissées du point f sur les côtés de l'angle $m\ n\ m$ sont les points où le plan de cet angle est normal aux normalies engendrées par les droites $m\ n$, $m_1\ n$. Il résulte de cette construction que les points o, b, n, b_1, f sont sur une même circonférence qui a pour diamètre b, b_1. Donc l'angle $b\ o\ b_1$ est droit. C'est ce qu'il fallait faire voir.

Le plan $m\ n\ m_1$ pour un déplacement infiniment petit, a pour caractéristique une droite qui passe par le centre o et par les points a et a_1 où ce plan touche la normalie à l'ellipsoïde et la normalie à la surface de l'onde. Nous dirons donc que :

Les points a *et* a_1, *où le plan* o m n *touche la normalie à l'ellipsoïde et la normalie à la surface de l'onde qui en dérive, sont sur une droite qui passe par le point* o.

Supposons que la normalie à la surface de l'onde soit développable. Si le plan $o\ m\ n$ n'est pas tangent à cette surface le long de $m_1\ n$, il doit être considéré comme lui étant tangent et normal au même point. Ce point, dans lequel viennent se confondre les points a_1 et b_1, n'est autre qu'un des centres de courbure principaux de la surface de l'onde. Puisque b_1 se confond avec a_1, la droite $o\ b_1$ est confondue avec la droite $o\ a$, et comme nous avons vu que l'angle $b\ o\ b_1$ est droit, nous voyons que l'angle $b\ o\ a$ doit être droit.

Nous concluons de là que :

Si pour la surface de l'onde on a une normalie développable, cette surface dérive d'une normalie à l'ellipsoïde pour laquelle le plan passant par le centre o (fig. 12) *et par une génératrice quelconque* m n *touche cette surface en un point* a *et lui est normal en un point* b, *tels que l'angle* b o a *est droit. La droite* o a *contient alors* b_1, *l'un des centres de courbure principaux de la surface de l'onde.*

Telle est la propriété dont jouit une génératrice quelconque de la normalie à l'ellipsoïde d'où dérive pour la surface de l'onde une normalie développable.

Transformons ce résultat par polaires réciproques. Prenons pour cela une sphère décrite du point o comme centre.

Nous avons sur $m\ n$ les points a et b tels que l'angle $b\ o\ a$ est droit et tels que les plans tangents à la normalie à l'ellipsoïde en ces points sont rectangulaires. A ces points correspondent alors par polaires réciproques deux plans rectangulaires qui touchent la polaire réciproque de la normalie en des points tels que les droites qui les joignent au point o sont à angle droit.

Mais, comme le pôle du plan $o\ m\ n$ est à l'infini, le plan polaire du

point b est un plan central et le pied de la perpendiculaire abaissée de o sur la polaire de $m\ n$ est un point central.

Nous voyons donc que :

La transformée par polaires réciproques de la normalie à l'ellipsoïde, d'où dérive pour la surface de l'onde une normalie développable, est une surface réglée dont la ligne de striction est le lieu des pieds des perpendiculaires abaissées du centre o *sur les génératrices de cette surface.*

Il ne faut pas oublier que, cette surface réglée étant la transformée d'une normalie, ses génératrices sont tangentes à deux surfaces, et si l'on joint le centre o aux points où l'une quelconque de ces génératrices touche ces deux surfaces, on a deux droites perpendiculaires entre elles.

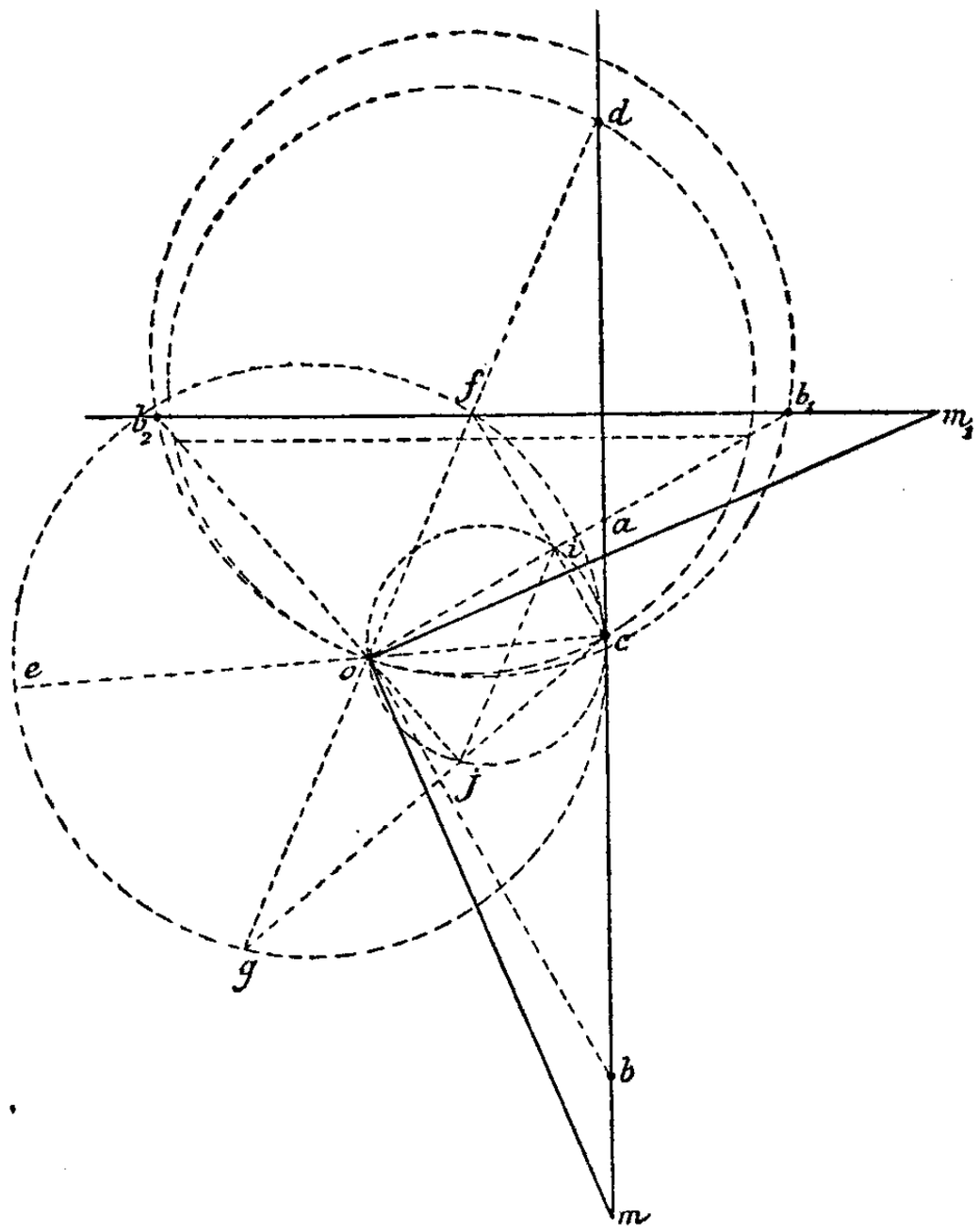


Fig. 12.

Appelons c et d (fig. 12) les centres de courbure principaux de l'ellipsoïde sur la normale $m\ n$.

Le rapport anharmonique des plans tangents aux points a, b, c, d à la normalie à l'ellipsoïde, d'où dérive pour la surface de l'onde une normalie développable, est égal au rapport anharmonique de ces quatre points, et par suite est égal au rapport anharmonique du faisceau que l'on obtient en joignant le centre o aux points a, b, c, d. Dans ce dernier faisceau, l'angle $b\ o\ a$ est droit ; on peut alors écrire ainsi son rapport anharmonique :

$$\frac{\text{Cotg. } a\ o\ c - \text{Cotg. } a\ o\ d}{\text{Cotg. } a\ o\ c} \text{ ou } 1 - \frac{\text{Cotg. } a\ o\ d}{\text{Cotg. } a\ o\ c}$$

Les plans tangents en a et b à la normalie sont à angle droit, ainsi que les plans tangents en c et d : le rapport anharmonique de ces plans tangents correspondant à celui-ci est :

$$1 + \frac{1}{\text{Cotg.}^2\ \gamma}$$

en appelant γ l'angle que les plans tangents en a et en c font entre eux. On a donc en égalant ces rapports anharmoniques :

$$\frac{\text{Cotg. } a\ o\ d}{\text{Cotg. } a\ o\ c} = -\frac{1}{\text{Cotg.}^2\ \gamma}$$

$$\text{ou } \frac{\text{Tg. } a\ o\ c}{\text{Tg. } a\ o\ d} = -\text{Tg.}^2\ \gamma$$

Cette relation permet de construire $o\ a$, comme nous allons le voir ; elle donne deux solutions, ce sont, d'après ce que nous avons dit précédemment, les droites allant du point o aux centres de courbure principaux de la surface de l'onde. Nous pouvons donc énoncer cette propriété :

Dans le plan o m n *les droites allant du point* o *aux centres de courbure de la surface de l'onde font respectivement, avec les droites allant du point* o *aux centres de courbure de l'ellipsoïde, des angles dont les tangentes sont proportionnelles.*

Construisons $o\ a$, pour cela prolongeons $c\ o$ jusqu'en e de façon que l'on ait :

$$\frac{o\ c}{o\ e} = -\text{Tang.}^2\ \gamma$$

Décrivons deux circonférences, l'une sur $c\ o$, l'autre sur $c\ e$ comme diamètre. Cette dernière rencontre $o\ d$ aux deux points f et g. Joignons ces points au point c. Les droites $c\ f$ et $c\ g$ coupent la circonférence décrite sur $o\ c$ aux points i et j. Les droites $o\ i$ et $o\ j$ sont les droites cherchées. On a en effet :

$$\frac{\text{Tang. } a\ o\ c}{\text{Tang. } a\ o\ d} = \frac{i\ c}{i\ f} = \frac{o\ c}{o\ e} = -\text{Tang.}^2\ \gamma$$

De même pour la droite $o\,j$.

Joignons le point i au point j. Cette droite et la droite $o\,d$ sont parallèles entre elles, elles interceptent alors des arcs égaux sur la circonférence décrite sur $o\,c$ comme diamètre. Par suite, les angles $a\,o\,d$ et $o\,c\,j$ sont égaux ou encore les angles $a\,o\,d$, $j\,o\,c$ sont complémentaires. On a aussi $\widehat{c\,o\,i} + \widehat{d\,o\,b_2} = 1^{d}$.

Nous pouvons donc dire :

Dans le plan o m n, *la droite, qui va du point* o *à l'un des centres de courbure principaux de la surface de l'onde, fait, avec la droite allant du point* o *à l'un des centres de courbure principaux de l'ellipsoïde, un angle qui est complémentaire de l'angle que font entre elles les droites allant du point* o *aux autres centres de courbure principaux de la surface de l'onde et de l'ellipsoïde.*

Il résulte de là que si l'on fait passer par les points $o\,c\,d$ une circonférence de cercle, elle rencontrera les droites $o\,i$, $o\,j$, qui contiennent les centres de courbure principaux b_1, b_2 de la surface de l'onde, en deux points tels que la droite qui les joint est perpendiculaire à $c\,d$ ou encore est parallèle à b_1, b_2. Nous concluons de là que :

Dans le plan o m n *la circonférence qui passe par les centres de courbure principaux de l'ellipsoïde et par le point* o *et la circonférence qui passe par les centres de courbure principaux de la surface de l'onde et par le point* o *sont tangentes entre elles en ce point* o.

Nous savons maintenant construire les centres de courbure principaux de la surface de l'onde ; il nous reste à déterminer la direction des lignes de courbure de cette surface pour le point m_1.

Reprenons, pour cela, l'angle $m\,n\,m_1$ et le déplacement du plan de cet angle, comme nous l'avons fait précédemment. Nous savons que les plans centraux des surfaces engendrées par $m\,n$ et $m_1\,n$ et le plan perpendiculaire au plan mobile suivant sa caractéristique sont parallèles à l'axe de déplacement de cette figure. Nous connaissons la caractéristique $o\,a$ du plan mobile, ainsi que le plan central de la normalie à l'ellipsoïde, puisque la trace de ce plan sur le plan tangent en m à cette surface est la tangente conjuguée de la tangente à la directrice de cette normalie : nous pouvons donc déterminer la direction de l'axe de déplacement par l'intersection de ce plan central et du plan mené par $o\,a$ perpendiculairement au plan $m\,n\,m_1$.

Le plan central de la normalie à la surface de l'onde est alors le plan mené par $m_1\,n$ parallèlement à la droite que nous venons de construire. Mais ce plan central est relatif à une normalie développable, il est donc normal à cette surface et sa trace sur le plan tangent en m_1 à

la surface de l'onde est la tangente à l'une des lignes de courbure passant au point m_1.

Comme il ne s'agit dans ce travail que de la surface de l'onde, je laisse de côté des surfaces plus générales dont j'ai eu l'occasion de parler en 1866 *(Comptes rendus de l'Acad. des Sciences)*.

On obtient ces surfaces en construisant sur les droites telles que $o\,m$, non plus des triangles rectangles isocèles comme $m\,o\,m_1$, mais des triangles semblables à un triangle donné.

Circonscrivons une circonférence au triangle $m\,o\,m_1$. Prenons les points de cette circonférence comme sommets de triangles ayant même base $o\,m$:

Les surfaces que l'on obtient en employant chacun de ces triangles, comme je viens de le dire, ont pour normales des droites passant en n. Ces normales forment un faisceau qui reste toujours de grandeur invariable, quelle que soit la position du point m, ceci permet de trouver facilement dans le plan $o\,m\,n$ quelle est la courbe formée par les centres de courbure principaux de toutes ces surfaces.

M. Émile LEMOINE

Ancien élève de l'École polytechnique.

NOTE SUR LE TÉTRAÈDRE DONT LES ARÊTES OPPOSÉES SONT ÉGALES DEUX A DEUX

— Séance du 23 août 1875. —

Il est évident que dans un tel tétraèdre :

1° *Les quatre faces sont des triangles égaux.*

2° *Les hauteurs abaissées de chaque sommet sur la face opposée sont égales.*

3° *Les dièdres opposés sont égaux.*

Proposons-nous de calculer la hauteur abaissée d'un des sommets sur la face opposée.

Soit (fig. 13) le tétraèdre dont il s'agit, posons : S A = C B = a, S B = C A = b, S C = A B = c.

Soit ω le pied de la perpendiculaire abaissée de S sur A B C, posons :

S ω = t, ω A = x, ω B = y, ω C = z.

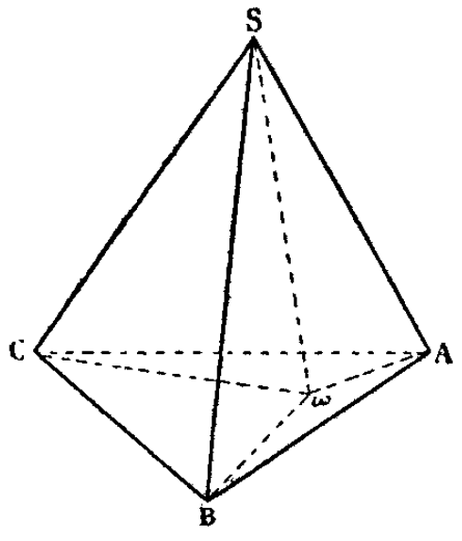


Fig. 13.

LEMME.

Si l'on joint un point ω du plan d'un triangle A B C aux trois sommets et que l'on appelle respectivement a, b, c, x, y, z les droites B C, A C, A B, ω A, ω B, ω C,

On a la relation :

$$(1) \qquad a^2 x^4 + b^2 y^4 + c^2 z^4 - (b^2 + c^2 - a^2)(a^2 x^2 + y^2 z^2)$$
$$-(a^2 + c^2 - b^2)(b^2 y^2 + z^2 x^2) \quad (a^2 + b^2 - c^2)(c^2 z^2 + x^2 y^2) + a^2 b^2 c^2 = o$$

La somme des trois angles B ω C, C ω A, B ω A étant 360°, on a :

$$\text{Cos B } \omega \text{ C} = \text{Cos [B } \omega \text{ A} + \text{C } \omega \text{ A]}$$

d'ou Cos B ω C = Cos B ω A, Cos C ω A − Sin. B ω A, Sin. C ω A.

D'autre part on a :

$$\text{Cos B } \omega \text{ C} = \frac{y^2 + z^2 - a^2}{2yz}, \text{ Sin. B } \omega \text{ C} = \sqrt{1 - \left[\frac{y^2 + z^2 - a^2}{2yz}\right]^2}$$

$$\text{Cos B } \omega \text{ A} = \frac{x^2 + y^2 - c^2}{2xy}, \text{ Sin. B } \omega \text{ A} = \sqrt{1 - \left[\frac{x^2 + y^2 - c^2}{2yx}\right]^2}$$

$$\text{Cos C } \omega \text{ A} = \frac{x^2 + z^2 - b^2}{2xz}, \text{ Sin. C } \omega \text{ A} = \sqrt{1 - \left[\frac{x^2 + z^2 - b^2}{2xz}\right]^2}$$

Substituant ces valeurs dans l'expression de Cos B ω C, isolant le radical, élevant au carré et réduisant, on a la relation demandée.

Revenons au calcul de la hauteur t, les triangles rectangles S ω A, S ω B, S ω C donnent respectivement :

$$(2) \qquad x^2 = a^2 - t^2$$
$$(3) \qquad y^2 = b^2 - t^2$$
$$(4) \qquad z^2 = c^2 - t^2$$

Substituant ces valeurs dans (1) et réduisant, on a, en désignant par M la surface du triangle A B C :

$$(5) \qquad t^2 = \frac{(c^2 + b^2 - a^2)(a^2 + c^2 - b^2)(a^2 + b^2 - c^2)}{8\,M}$$

Cette valeur de t^2 montre :

1° Que si l'un des angles de A B C est droit, t sera nul, puisque l'un des trois facteurs du numérateur sera nul ; le tétraèdre se réduit à une figure plane ;

2° A B C ne peut être *obtusangle,* car alors l'un seulement des trois facteurs du numérateur serait négatif et t^2 aurait une valeur négative.

On verrait facilement que la valeur de t^2 peut prendre l'une des formes suivantes :

$$(5)^{\text{I}} \qquad t^2 = 16\,R^2 \operatorname{Cos} A \operatorname{Cos} B \operatorname{Cos} C$$

$$(5)^{\text{II}} \qquad t^2 = 16\,R^2 - 2\,(a^2 + b^2 + c^2)$$

R étant le rayon du cercle circonscrit au triangle A B C, les relations (3) et (4) donnent :

$$(6) \qquad y^2 - z^2 = b^2 - c^2 \text{ ou } \omega\bar{B}^2 - \omega\bar{C}^2 = b^2 - c^2$$

D'un autre côté, si A′, B′, C′ et H sont respectivement les pieds des hauteurs abaissées de A, B, C sur les côtés opposés et le point de concours des hauteurs, on a :

$$\left.\begin{array}{l} C\bar{A}'^2 + A\bar{A}'^2 = b^2 \\ B\bar{A}'^2 + A\bar{A}'^2 = c^2 \end{array}\right\} \text{ d'où } C\bar{A}'^2 - B\bar{A}'^2 = b^2 - c^2$$

Mais on a aussi :

$$\left.\begin{array}{l} C\bar{A}'^2 + H\bar{A}'^2 = C\bar{H}^2 \\ B\bar{A}'^2 + H\bar{A}'^2 = B\bar{H}^2 \end{array}\right\} \text{ d'où } C\bar{A}'^2 - B\bar{A}'^2 = C\bar{H}^2 - B\bar{H}^2$$

De ces deux égalités on conclut :

$$(7) \qquad C\bar{H}^2 - B\bar{H}^2 = b^2 - c^2$$

La comparaison des égalités (6) et (7) montre facilement que si α, β, γ sont respectivement les symétriques de A′, B′, C′ par rapport aux milieux A_1, B_1, C_1 de B C, A C, A B ; $\alpha\omega$, $\beta\omega$, $\gamma\omega$ seront perpendiculaires sur B C, A C, A B. On a donc le théorème suivant :

Si du point ω *on abaisse des perpendiculaires sur les trois côtés de* A B C, *les pieds de ces perpendiculaires sont respectivement les symétriques des pieds des hauteurs de* ABC *par rapport au milieu de chaque côté.*

Soit *o* le centre du cercle circonscrit du triangle A B C. Le théorème précédent peut s'énoncer ainsi :

Le centre o *du cercle circonscrit du triangle* A B C *est au milieu de la ligne qui joint le point de concours* H *des hauteurs de ce triangle au pied* ω *de la hauteur abaissée de* S *sur* A B C.

La relation : $\omega\alpha + HA' = 2\,\omega A_1$
donne facilement : $\omega\alpha = 2R\,(\operatorname{Cos} A - \operatorname{Cos} B \operatorname{Cos} C)$
et par permutation circulaire : $\omega\beta$, $\omega\gamma$.

Ces valeurs permettent d'établir que si le point ω est sur le côté B C par exemple, on a :

$$b^2 + c^2 = 3\,a^2 \tag{8}$$

Telle est la condition pour que l'angle dièdre B C, *et par suite l'angle dièdre* S A, *soit droit.*

Remarque. — Dans le triangle A B C on sait que l'on a :

$$\text{A H. A' H} = \text{B H. B' H} = \text{C H. C' H} = 4\,\text{R}^2\,\text{Cos A Cos B Cos C}$$

La comparaison de ces relations et de l'égalité (5)[1] montre que *la hauteur du tétraèdre* S A B C *est le double de la racine carrée du produit des segments des hauteurs du triangle* A B C.

Le carré du sinus de l'angle dièdre B C a pour expression :

$$\frac{4\,\text{Cos A Cos B Cos C}}{\text{Sin}^2\,\text{B Sin}^2\,\text{C}}$$

Nous citerons encore les propriétés suivantes du tétraèdre dont les arêtes opposées sont égales :

1° *Le centre de la sphère circonscrite et le centre de la sphère inscrite coïncident.*

2° *Le rayon de la sphère inscrite a pour valeur le quart de la hauteur du tétraèdre.*

3° *Le carré du rayon de la sphère circonscrite a pour expression* $\text{R}^2\,(1 + \text{Cos A Cos B Cos C})$.

C'est-à-dire qu'il est l'hypothénuse d'un triangle rectangle dont les deux côtés sont le rayon du cercle circonscrit au triangle A B C *et le rayon de la sphère inscrite au tétraèdre* S A B C.

THÉORÈME.

Si dans un tétraèdre deux arêtes opposées S B, C A *sont égales, les lignes qui joignent les milieux des autres arêtes sont rectangulaires et réciproquement.*

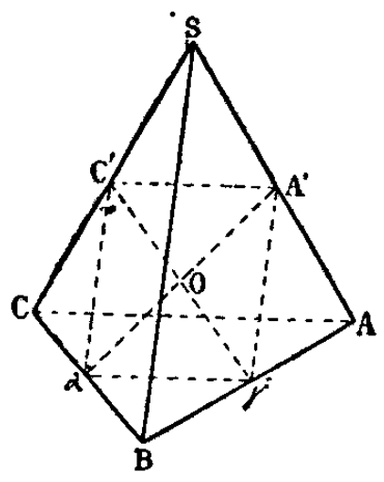


Fig. 14.

Soient (fig. 14) un tétraèdre S A B C.

A', B', C', α, β, γ respectivement les milieux de S A, S B, S C, B C, A C, A B. Soit O le point de concours de A' α, C' γ (on sait que ce point est le centre de gravité du tétraèdre S A B C).

C' A' et $\alpha\,\gamma$ sont parallèles à C A et égales à sa moitié.

C' α et A' γ sont parallèles à S B et égales à sa moitié.

Mais par hypothèse S B = C A, donc C′ A′ α γ est un losange et les droites, α A′, C′ γ qui joignent les milieux des arêtes opposées non égales, sont rectangulaires.

Réciproquement, si α A′, C′ γ sont rectangulaires, la figure C′ γ A′ α est un losange et l'on a C A = S B.

On conclut de là ce théorème : .

Si dans un tétraèdre les arêtes opposées sont égales deux à deux, les lignes qui joignent les milieux de ces arêtes opposées forment un système d'axes rectangulaires dont l'origine est le centre de gravité du tétraèdre.

Si l'on appelle ξ, η, ζ les trois lignes A′ α, B′ β, C′ γ :

a	désignant	comme	précédemment	S A et B C
b	—	—	—	S B et A C
c	—	—	—	S C et A B

On aura :

$$\xi^2 = \frac{c^2 + b^2 - a^2}{2}$$

$$\eta^2 = \frac{c^2 + a^2 - b^2}{2}$$

$$\zeta^2 = \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2}$$

Ce qui précède permet donc, dans le tétraèdre dont les arêtes opposées sont égales, de calculer l'angle de ces arêtes.

L'angle de S B et de S A (fig. 14) = C′ A′ γ

Or on a :

$$\overline{C'\gamma}^2 = \overline{C'A'}^2 + \overline{A'\gamma}^2 - 2\,C'A'.\,A'\gamma\,\mathrm{Cos}\,C'A'\gamma$$

d'où

$$\mathrm{Cos}\,C'A'\gamma = \frac{c^2 - a^2}{b^2}$$

Nous terminerons par le théorème suivant :

Si dans un tétraèdre les quatre faces sont équivalentes, elles sont égales et par suite les arêtes opposées sont égales.

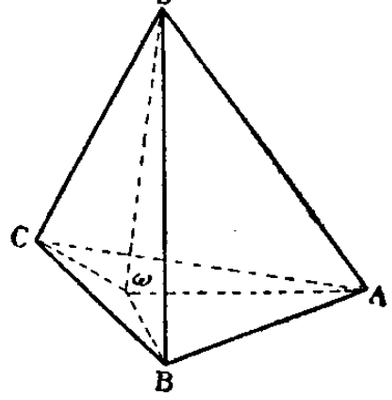


Fig. 15.

Soit (fig. 15) S A B C le tétraèdre considéré ;

ω le pied de la hauteur abaissée de S sur A B C ;

Soit x l'angle que fait la face A S C avec la face B S A

x' — — A C B — S C B

De même y, y', z, z' les autres angles des faces entre elles.

On a évidemment :

$$A\,B\,C = \omega\,C\,B + \omega\,C\,A + \omega\,B\,A$$

ou $$A B C = S C B \operatorname{Cos} x' + S C A \operatorname{Cos} y' + S B A \operatorname{Cos} z'$$

Mais les faces étant égales, il reste :

(1) $$1 = \operatorname{Cos} x' + \operatorname{Cos} y' + \operatorname{Cos} z'$$

On aurait de même :

(2) $$1 = \operatorname{Cos} x + \operatorname{Cos} y + \operatorname{Cos} z'$$

(3) $$1 = \operatorname{Cos} y + \operatorname{Cos} z + \operatorname{Cos} x'$$

(4) $$1 = \operatorname{Cos} z + \operatorname{Cos} x + \operatorname{Cos} y'$$

Ajoutons membre à membre (1) et (2) ensemble, puis (3) et (4) ensemble ; retranchant ces deux sommes l'une de l'autre et divisant par 2, il reste :

$$o = \operatorname{Cos} z' - \operatorname{Cos} z$$

On aurait de même :

$$\operatorname{Cos} y' - \operatorname{Cos} y = o$$
$$\operatorname{Cos} y' - \operatorname{Cos} x = o$$

Les angles dièdres opposés sont donc égaux, d'où les quatre angles trièdres sont égaux, d'où les angles plans des faces sont égaux ; les faces sont donc semblables et équivalentes, c'est-à-dire égales.

M. SAINT-LOUP

Professeur à la Faculté des Sciences de Besançon.

RÉSISTANCE DE L'AIR AU MOUVEMENT D'UNE LAME PLANE

SUR LES SYSTÈMES ARTICULÉS (1)

— Séance du 23 août 1875. —

---

(1) Mémoires de la Société d'émulation du Doubs.

M. Théodore PARMENTIER

Ancien élève de l'Ecole polytechnique, Colonel du Génie.

COMPARAISON ANALYTIQUE DES DIFFÉRENTES MÉTHODES D'APPROXIMATION POUR LA QUADRATURE DES COURBES PLANES ET FORMULE NOUVELLE (1).

— Séance du 23 août 1875. —

I

1. — De tout temps, les géomètres se sont préoccupés de la recherche de formules d'approximation pour calculer l'aire des courbes planes. Ces formules sont d'une utilité pratique évidente, car d'un côté le nombre des fonctions intégrables est fort limité, et de l'autre on a presque toujours à considérer, dans les applications industrielles, des courbes irrégulières n'obéissant à aucune loi et qui ne peuvent, par conséquent, être représentées par une fonction algébrique. C'est ainsi que les formules de quadrature viennent en aide aux ingénieurs des ponts et chaussées pour déterminer les sections d'un cours d'eau; aux constructeurs de navires pour se rendre compte du tonnage correspondant à diverses lignes de flottaison ; aux mécaniciens pour calculer l'aire d'une courbe dynamométrique représentant le travail d'une machine ou d'un moteur.

2. — On sait que l'aire comprise entre l'axe des abscisses, la courbe $y = f(x)$ et les deux ordonnées $y_0 = f(x_0)$, $y_m = f(x_m)$ est représentée par l'intégrale définie $S = \int_{x_0}^{x_m} f(x)\,dx$.

Les méthodes de quadrature ont pour but de déterminer une valeur plus ou moins approchée de l'aire S, dans le cas où la différentielle $f(x)\,dx$ n'est pas intégrable, ou lorsque la forme de la fonction $f(x)$ n'est pas connue et que l'on peut seulement se procurer la connaissance d'un certain nombre de valeurs particulières de y correspondant à des valeurs équidistantes de x, comprises entre x_0 et x_m. Le problème de

(1) Cette formule a déjà été publiée, il y a un certain nombre d'années, dans le *Mémorial de l'Officier du génie* et dans les *Nouvelles annales de Mathématiques*. Le présent travail, qui renferme beaucoup d'aperçus nouveaux, a pour but de mieux faire apprécier la valeur de la formule en question : tout ce qui se rapporte à sa comparaison avec la formule de Simpson est entièrement inédit. TH. P.

la quadrature revient donc à diviser l'aire S en un certain nombre de trapèzes curvilignes déterminés par des ordonnées équidistantes et à trouver une valeur plus ou moins approchée de la surface de plusieurs de ces trapèzes consécutifs, exprimée à l'aide des différentes ordonnées formant les bases des trapèzes et de l'équidistance qui est leur hauteur commune.

3. — La première idée qui se présente, c'est de remplacer les trapèzes curvilignes par des trapèzes rectilignes, en joignant par des cordes successives les extrémités des différentes ordonnées, ou, en d'autres termes, de prendre pour la valeur approchée de l'aire de la courbe l'aire du polygone inscrit. Il est facile de voir que cette dernière est donnée par la formule :

$$(1) \qquad A = h\left[\Sigma y - \tfrac{1}{2}(y_0 + y_m)\right]$$

dans laquelle h représente la commune hauteur des trapèzes, y_0 et y_m les ordonnées extrêmes, et Σy la somme de toutes les ordonnées. Cette formule est simple, mais ne donne qu'une approximation fort grossière, à moins de prendre h très-petit.

4. — En remplaçant l'aire de la courbe par celle du polygone circonscrit (¹), formé au moyen de tangentes menées à l'extrémité des ordonnées élevées au milieu de la base de chaque trapèze, on obtient la formule très-simple

$$(2) \qquad A = h.\,\Sigma y$$

qui doit toujours être préférée à la formule (1), car il est facile de démontrer par de simples considérations géométriques qu'une courbe s'approche toujours plus de ses tangentes que de ses cordes.

5. — L'aire véritable étant comprise entre celle du polygone inscrit et celle du polygone circonscrit, le général Poncelet a pensé que la moyenne arithmétique entre ces deux dernières s'approcherait plus que chacune d'elles de l'aire de la courbe. Il est bien évident que cette moyenne est plus approchée de S que l'aire inscrite, qui s'en éloigne le plus, mais rien ne fait voir *à priori* qu'elle l'est aussi plus que l'aire circonscrite. Les considérations analytiques que nous exposerons ci-dessous justifieront pourtant l'intuition du général Poncelet.

Pour obtenir la moyenne en question, on ne peut se servir des formules (1) et (2), car Σy n'y représente pas la somme des mêmes or-

(¹) Ce polygone est à angles saillants et rentrants, car deux tangentes consécutives ne rencontrent pas l'ordonnée intermédiaire en un même point.

données. Voici la manière ingénieuse dont Poncelet a tourné la difficulté.

Soit a A I i (fig. 16) l'aire à chercher.

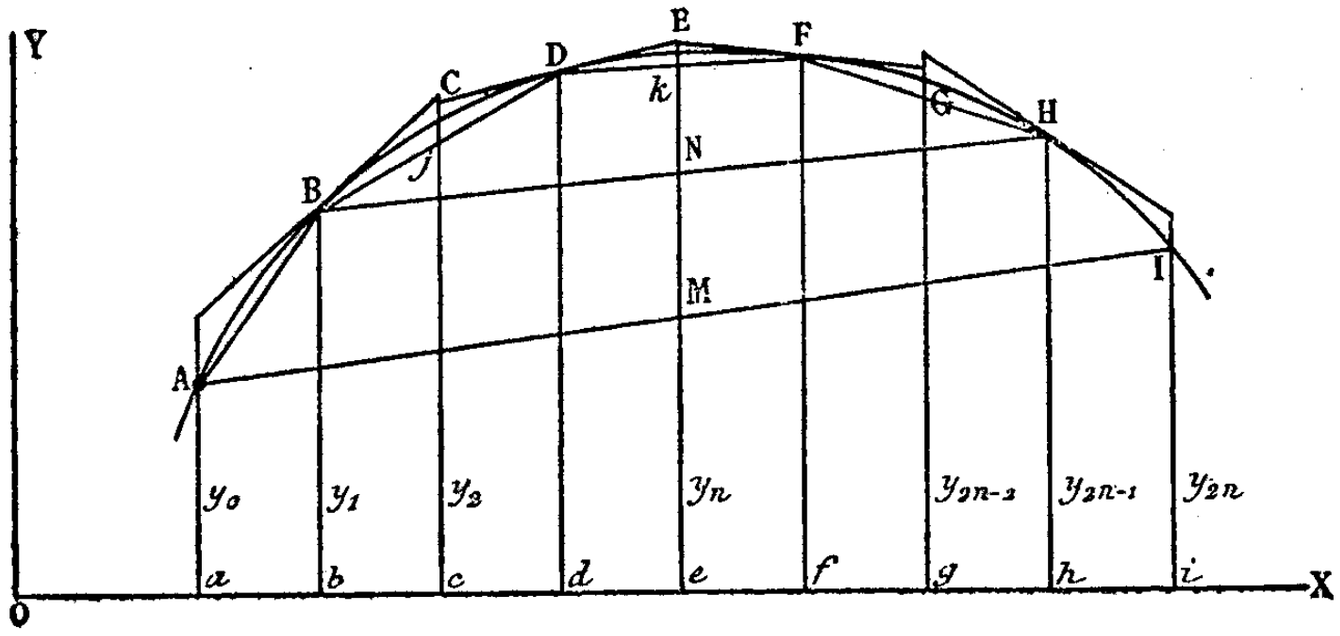


Fig. 16.

Après avoir partagé la base ai en un nombre pair de parties égales, menons aux extrémités de toutes les ordonnées de rang pair (y_1, y_3.... y_{2n-1}) des tangentes terminées de part et d'autre aux ordonnées voisines, ce qui forme une ligne polygonale circonscrite à angles saillants et rentrants (que nous appellerons simplement le polygone circonscrit) ; formons ensuite un polygone inscrit, en joignant d'abord les extrémités A et B des deux premières ordonnées et les extrémités H et I des deux dernières, puis menant les cordes de contact B D, D F, F H, du polygone circonscrit. En nommant toujours h l'équidistance des ordonnées et représentant par Σy_i la somme des ordonnées de rang pair (ou d'indice *impair*), l'aire du polygone inscrit aura pour expression :

$$A = h\left(2\,\Sigma\, y_i + \frac{y_0 + y_{2n}}{2} - \frac{y_1 + y_{2n-1}}{2}\right)$$

et l'aire du polygone circonscrit sera exprimée par

$$A' = 2\,h\,\Sigma\, y_i$$

La moyenne arithmétique $\frac{A + A'}{2}$ entre ces deux aires donne, pour l'aire approchée de la courbe :

$$S = h\left(2\,\Sigma\, y_i + \frac{y_0 + y_{2n}}{4} - \frac{y_1 + y_{2n-1}}{4}\right). \tag{3}$$

Telle est la méthode que le général Poncelet a exposée dans ses leçons à la Faculté des Sciences de Paris.

On peut remarquer qu'à l'exception des deux ordonnées extrêmes, celles d'indice pair n'entrent pas dans la formule (3). Il en résulte qu'en partageant la base en $2n$ parties égales, le nombre des ordonnées à calculer n'est que de $n + 2$.

La formule de Poncelet a l'avantage de permettre de déterminer à priori une limite que l'erreur résultant de son emploi ne saurait jamais atteindre. Il est évident, en effet, que la différence entre l'aire exacte de la courbe et l'aire $\frac{A + A'}{2}$ est moindre que la différence entre cette aire moyenne et l'une des extrêmes A et A′ dont elle diffère de $\frac{A' - A}{2}$. L'erreur ε est donc moindre que $\frac{A' - A}{2}$, et l'on a, en remplaçant A et A′ par leurs valeurs,

$$\text{Lim. } \varepsilon = h \left(\frac{y_1 + y_{2n-1}}{4} - \frac{y_0 + y_{2n}}{4} \right)$$

Si la courbe était convexe vers l'axe des abscisses, A serait plus grand que A′, et il faudrait changer le signe de l'expression précédente pour avoir la valeur absolue de la limite de l'erreur. L'expression de cette limite peut être mise sous une autre forme. En joignant sur la fig. 16 les extrémités A et I des ordonnées extrêmes ainsi que les extrémités B et H de la deuxième et de l'avant-dernière ordonnée, les lignes A I, B H, viendront couper l'ordonnée moyenne y_n aux points M et N, et l'on aura

$$\frac{y_1 + y_{2n-1}}{2} = \text{N } e, \quad \frac{y_0 + y_{2n}}{2} = \text{M } e,$$

et par suite

$$\text{Lim. } \varepsilon = \tfrac{1}{2} h. \text{ M N},$$

expression qui parle pour ainsi dire aux yeux et qui permet d'apprécier à l'avance la grandeur de l'équidistance h qu'il convient d'adopter (¹).

6. — On peut se rendre compte, par l'analyse, de la valeur comparative de la méthode des cordes, de celle des tangentes et de celle de Poncelet.

Considérons un élément M m M′ (fig. 17) de la courbe $y = f(x)$.

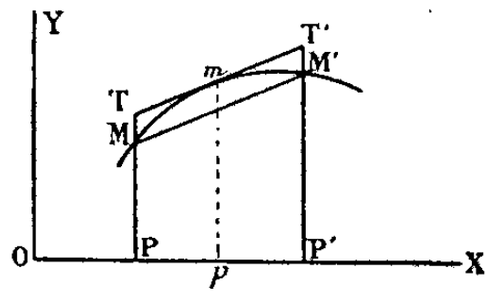


Fig. 17.

(¹) Le signe de l'erreur est facile à connaître : la formule (3) donne un résultat trop faible ou trop fort suivant que la courbe est concave ou convexe vers l'axe des abscisses, car, la courbe s'approchant plus de ses tangentes que de ses cordes, l'ordre de grandeur (en appelant S l'aire exacte) est nécessairement A, $\frac{A + A'}{2}$, S, A'.

Soient O P $= x_0$, P P′ $= 2\Delta x$, et menons la corde M M′ ainsi que la tangente au point m, extrémité de l'ordonnée pm élevée au milieu de P P′. L'aire P M M′ P′ de la courbe aura pour expression

$$S = \int_{x_0}^{x_0 + 2\Delta x} f(x)\, dx$$

ou, en posant $x = x_0 + x'$

$$S = \int_{x' = 0}^{x' = 2\Delta x} f(x_0 + x')\, dx.$$

En développant $f(x_0 + x')$ en série suivant la formule de Taylor, et intégrant entre les limites indiquées, on trouve

$$S = 2\Delta x\, f(x_0) + 2(\Delta x)^2 f'(x_0) + \tfrac{4}{3}(\Delta x)^3 f''(x_0) + \tfrac{2}{3}(\Delta x)^4 f'''(x_0) + \tfrac{4}{15}(\Delta x)^5 f^{IV}(x_0) + \ldots\ldots$$

Il est facile de voir, d'un autre côté, que l'aire du trapèze inscrit a pour expression

$$A = \Delta x\, [f(x_0 + 2\Delta x) + f(x_0)]$$

ou, en développant $f(x_0 + 2\Delta x)$ en série

$$A = 2\Delta x\, f(x_0) + 2(\Delta x)^2 f'(x_0) + 2(\Delta x)^3 f''(x_0) + \tfrac{4}{3}(\Delta x)^4 f'''(x_0) + \tfrac{2}{3}(\Delta x)^5 f^{IV}(x_0) + \ldots\ldots$$

Pareillement, l'aire du trapèze circonscrit, qui est égale à $2\Delta x\, f(x_0 + \Delta x)$, peut être mise sous la forme

$$A' = 2\Delta x\, f(x_0) + 2(\Delta x)^2 f'(x_0) + (\Delta x)^3 f''(x_0) + \tfrac{1}{3}(\Delta x)^4 f'''(x_0) + \tfrac{1}{12}(\Delta x)^5 f^{IV}(x_0) + \ldots\ldots$$

On a donc

$$S - A - = \tfrac{2}{3}(\Delta x)^3 f''(x_0) - \tfrac{2}{3}(\Delta x)^4 f'''(x_0) - \tfrac{2}{5}(\Delta x)^5 f^{IV}(x_0) - \ldots\ldots$$

et

$$S - A' = \tfrac{1}{3}(\Delta x)^3 f''(x_0) + \tfrac{1}{3}(\Delta x)^4 f'''(x_0) + \tfrac{11}{60}(\Delta x)^5 f^{IV}(x_0) + \ldots\ldots$$

On voit par là que si les éléments dans lesquels on a partagé la courbe sont assez petits pour que les termes qui renferment Δx à une puissance supérieure à la quatrième puissent être négligés devant $(\Delta x)^4$, la méthode des tangentes conduit à une erreur qui est juste moitié moindre que celle à laquelle on arrive par la méthode des cordes. Il en

serait de même si par hasard $f''(x_0) = o$ (1); si $f'''(x_0)$ était aussi nulle ou si plusieurs des dérivées $f'''(x_0)$, $f^{IV}(x_0)$, etc., étaient nulles à la fois, l'avantage de la méthode des tangentes sur celle des cordes n'en serait que plus grand.

La moyenne arithmétique $\frac{A + A'}{2}$ entre le trapèze inscrit et le trapèze circonscrit a pour expression

$$M = 2\Delta x f(x_0) + 2(\Delta x)^2 f'(x_0) + \tfrac{3}{2}(\Delta x)^3 f''(x_0) + \tfrac{5}{6}(\Delta x)^4 f'''(x_0) + \tfrac{3}{8}(\Delta x)^5 f^{IV}(x_0) + \ldots\ldots$$

On a donc

$$S - M = -\tfrac{1}{6}(\Delta x)^3 f''(x_0) - \tfrac{1}{6}(\Delta x)^4 f'''(x_0) - \tfrac{13}{120}(\Delta x)^5 f^{IV}(x_0) - \ldots,$$

différence qui, comme on le voit, tend à devenir juste moitié moindre que celle résultant de l'aire circonscrite et quatre fois plus faible que celle à laquelle conduit l'aire inscrite (2). La moyenne entre les aires inscrite et circonscrite conduit donc, comme le supposait Poncelet, à une plus grande approximation que l'une ou l'autre de ces aires. Mais de ce que la différence entre une courbe et celle du polygone inscrit tend à devenir double de la différence qui existe entre l'aire de la courbe et celle du polygone circonscrit, il s'en suit qu'on arriverait à une plus grande approximation encore si, au lieu de prendre la moyenne $\frac{A + A'}{2}$, on prenait $\frac{A + 2A'}{3}$, car ce serait là la véritable expression de l'aire cherchée, si les termes renfermant Δx à une puissance supérieure à la quatrième étaient réellement négligeables. On a, en effet :

$$\frac{A + 2A'}{3} = 2\Delta x f(x_0) + 2(\Delta x)^2 f'(x_0) + \tfrac{4}{3}(\Delta x)^3 f''(x_0) + \tfrac{2}{3}(\Delta x)^4 f'''(x_0) + \tfrac{5}{18}(\Delta x)^5 f^{IV}(x_0) + \ldots$$

expression qui se confond avec celle de S jusqu'au terme en $(\Delta x)^4$, de sorte que l'erreur

$$S - \frac{A + 2A'}{3} = -\frac{1}{90}(\Delta x)^5 f^{IV}(x_0) - \ldots$$

(1) Cela arriverait si la courbe $y = f(x)$ présentait une inflexion au point M correspondant à $x = x_0$.

(2) En comparant les différences ci-dessus on voit que, lorsque Δx est assez petit pour que les développements en série prennent le signe que leur donne l'ensemble des deux premiers termes, S — M est de même signe que S — A et de signe contraire à celui de S — A' et que, par suite, l'ordre de grandeur des différentes aires ne peut être que A, M, S, A', ou en d'autres termes que S est plus près de A' que de A. On sait d'ailleurs que cela est vrai, quelle que soit la grandeur de Δx (comme nous l'avons déjà dit au paragraphe 4), pourvu que dans l'élément considéré la courbe ne change pas de courbure.

Dans les conditions des figures 16 et 17, S — A doit être positif et S — A' négatif. Or on sait que lorsqu'un arc de la courbe $y = f(x)$ présente sa concavité vers l'axe des abscisses $\frac{d^2y}{dx^2}$ est de signe contraire à $y : f''(x_0)$ est donc négatif, ce qui rend positif le premier terme du développement de S — A et négatif le premier terme de S — A'. Ces premiers termes entraînent donc le signe de toute la série.

ne dépend que des puissances *supérieures à la quatrième,* tandis que $S - \frac{A + A'}{2}$ renferme Δx à la troisième puissance. C'est cette considération qui nous a permis de modifier très-avantageusement la formule de Poncelet. Il est vrai que les cordes et les tangentes étant disposées dans la figure 16 autrement que dans la figure 17, on peut se demander si les conclusions théoriques qui précèdent sont légitimement applicables aux aires A et A′ de la figure 17. Rien n'empêche de recourir à l'analyse pour éclaircir complétement ce point, et c'est ce que nous allons faire avant d'aller plus loin.

7.— Considérons d'abord (fig. 16) un élément limité par deux ordonnées d'indice pair, autre que le premier et le dernier, et nommons y_{m-1}, y_{m+1} les deux ordonnées extrêmes (par exemple c C, e E), y_m étant l'ordonnée de contact (d D) d'un des côtés du polygone circonscrit. L'aire inscrite cj D ke a pour mesure

$$A = \tfrac{1}{2} cd\,(d\,D + cj) + \tfrac{1}{2} de\,(d\,D + ek),$$

ou en remarquant que $cj = \frac{d\,D + b\,B}{2}$ et $e\,k = \frac{d\,D + f\,F}{2}$,

$$A = \tfrac{1}{2}\Delta x \left(y_m + \tfrac{y_{m-2} + y_m}{2}\right) + \tfrac{1}{2}\Delta x \left(y_m + \tfrac{y_m + y_{m+2}}{2}\right)$$

$$= \tfrac{1}{4}\Delta x\,(y_{m-2} + 6\,y_m + y_{m+2})$$

$$= \tfrac{1}{4}\Delta x \left\{f[x_0 + (m-2)\Delta x] + 6\,f(x_0 + m\,\Delta x) + f[x_0 + (m+2)\Delta x]\right\}$$

Développant les fonctions suivant la série de Taylor, il viendra, toute réduction faite,

$$A = 2\,\Delta x\,f(x_0) + 2\,m\,(\Delta x)^2\,f'(x_0) + (m^2 + 1)\,(\Delta x)^3\,f''(x_0) + \tfrac{m}{3}\,(m^2 + 3)\,(\Delta x)^3\,f'''(x_0) + \ldots.$$

L'aire circonscrite a pour mesure $A' = 2\,\Delta x\,f\,(x_0 + m\,\Delta x)$, ce qui, en opérant de même, donne

$$A' = 2\,\Delta x\,f(x_0) + 2\,m\,(\Delta x)^2\,f'(x_0) + m^2\,(\Delta x)^3\,f''(x_0) + \tfrac{m^3}{3}\,(\Delta x)^4\,f'''(x_0) + \ldots.$$

Enfin $S = \int_{x' = (m-1)\Delta x}^{x' = (m+1)\Delta x} f\,(x_0 + x')\,dx$ conduit, après développement en série et intégration, à

$$S = 2\,\Delta x\,f\,(x_0) + 2\,m\,(\Delta x)^2\,f'\,(x_0) + (m^2 + \tfrac{1}{3})\,(\Delta x)^3\,f''\,(x_0) + \tfrac{1}{3}\,m\,(m^2 + 1)\,(\Delta x)^4\,f'''\,(x_0) + \ldots.$$

On a donc

$$S - A = -\tfrac{2}{3}(\Delta x)^3 f''(x_0) - \tfrac{2}{3} m (\Delta x)^4 f'''(x_0) - \ldots$$

et $$S - A' = \tfrac{1}{3}(\Delta x)^3 f''(x_0) + \tfrac{1}{3} m (\Delta x)^4 f'''(x_0) + \ldots$$

On retrouve ici la propriété remarquable que le rapport des coefficients de $(\Delta x)^4$ est le même que celui des coefficients de $(\Delta x)^3$. Le rapport de S — A à S — A′ tend donc *rapidement* (dès qu'on peut négliger $(\Delta x)^5$ devant $(\Delta x)^4$) à devenir égal à 2, comme lorsque les cordes et les tangentes se terminent aux mêmes ordonnées. Toutes les conséquences tirées de la valeur de ce rapport au paragraphe précédent subsistent donc entre les aires inscrite et circonscrite et leurs moyennes $\frac{A + A'}{2}$ et $\frac{A + 2A'}{3}$, quand les cordes et les tangentes sont disposées comme dans la fig. 16 entre les ordonnées y_2 et y_{2n-2}.

Considérons, en second lieu, l'un des éléments extrêmes, par exemple le premier, dont la base est ac.

L'aire inscrite $a\,A\,B\,j\,c$ a pour valeur

$$A = a\,A\,B\,b + b\,B\,j\,c = \frac{\Delta x}{2}(y_0 + y_1) + \frac{\Delta x}{2}\left(y_1 + \frac{y_1 + y_3}{2}\right)$$

$$= \frac{\Delta x}{2}\left(y_0 + \frac{5}{2} y_1 + \frac{1}{2} y_3\right)$$

ou $$A = \tfrac{1}{4}\Delta x \left| 2 f(x_0) + 5 f(x_0 + \Delta x) + f(x_0 + 3\Delta x) \right|$$

En développant en série, il vient, toute réduction faite,

$$A = 2\Delta x f(x_0) + 2(\Delta x)^2 f'(x_0) + \tfrac{7}{4}(\Delta x)^3 f''(x_0) + \tfrac{4}{3}(\Delta x)^4 f'''(x_0) + \ldots.$$

L'aire circonscrite a pour expression $A' = 2\Delta x f(x_0 + \Delta x)$, ou

$$A' = 2\Delta x f(x_0) + 2(\Delta x)^2 f'(x_0) + (\Delta x)^3 f''(x_0) + \tfrac{4}{3}(\Delta x)^4 f'''(x_0) + \ldots.$$

Quant à l'aire de la courbe, elle est, comme au paragraphe 6

$$S = 2\Delta x f(x_0) + 2(\Delta x)^2 f'(x_0) + \tfrac{4}{3}(\Delta x)^3 f''(x_0) + \tfrac{3}{3}(\Delta x)^4 f'''(x_0) + \ldots.$$

On a donc

$$S - A = -\tfrac{5}{12}(\Delta x)^3 f''(x_0) - \tfrac{2}{3}(\Delta x)^4 f'''(x_0) - \ldots.$$

et $$S - A' = \tfrac{1}{3}(\Delta x)^3 f''(x_0) + \tfrac{1}{3}(\Delta x)^4 f'''(x_0) + \ldots.$$

Ici les rapports entre les coefficients de $(\Delta x)^3$ et $(\Delta x)^4$ ne sont plus les mêmes. Si Δx est assez petit pour qu'on puisse négliger les termes

en $(\Delta x)^4$, $(\Delta x)^5$, etc., devant $(\Delta x)^3$, le rapport $\frac{S-A}{S-A'}$ est égal à $\frac{5}{4}$ en valeur absolue. On voit que, pour cet élément extrême, A se rapproche davantage de A′ que pour les autres, ce qui est d'ailleurs évident à priori.

La moyenne $\frac{A+A'}{2}$ est

$$M = 2\Delta x f(x_0) + 2(\Delta x)^2 f'(x_0) + \tfrac{11}{8}(\Delta x)^3 f''(x_0) + \tfrac{5}{6}(\Delta x)^4 f'''(x_0) + \ldots$$

et l'on a

$$S - M = -\tfrac{1}{24}(\Delta x)^3 f''(x_0) - \tfrac{1}{6}(\Delta x)^4 f'''(x_0) - \ldots.$$

Cette valeur tend à devenir le $\frac{1}{10}$ de S − A et le $\frac{1}{8}$ de S − A′; donc ici encore la moyenne est beaucoup plus approchée que A ou A′.

Quant à $\frac{A+2A'}{3}$, sa valeur est

$$M' = 2\Delta x f(x_0) + 2(\Delta x)^2 f'(x_0) + \tfrac{5}{4}(\Delta x)^3 f''(x_0) + \tfrac{2}{3}(\Delta x)^4 f'''(x) + \ldots$$

d'où

$$S - M' = \tfrac{1}{12}(\Delta x)^3 f''(x_0) + \ldots.$$

Donc S — M′ tend à devenir double de S — M, résultat assez inattendu qui montre que, *pour les éléments extrêmes* de la fig. 16, la simple moyenne vaut mieux que $\frac{A+2A'}{3}$ (1).

S — M étant de même signe que S — A, et S — M′ de même signe que S — A′ il s'en suit que l'ordre des grandeurs est A, M, S, M′, A′, et que, même pour les éléments extrêmes, la courbe se rapproche plus de ses tangentes que de ses cordes.

En résumé, il résulte de ce qui précède que, même avec l'arrangement adopté par Poncelet pour les cordes et les tangentes, toutes les déductions théoriques du paragraphe 6 subsistent encore pour tous les éléments doubles de la fig. 16, excepté pour les deux extrêmes. L'influence de ces derniers sur l'ensemble est d'autant plus faible que le nombre des éléments est plus grand. Cette influence diminue nécessairement la très-grande supériorité de la moyenne M′ sur M, mais cette supériorité n'en reste pas moins très-considérable (2).

(1) Il est à remarquer que le terme en $(\Delta x)^4$ disparaît dans l'expression de S — M', de sorte que si l'on peut seulement négliger le terme en $(\Delta x)^5$ mais non celui en $(\Delta x)^4$, le terme $\frac{1}{6}(\Delta x)^4 f'''(x_0)$ peut augmenter la valeur absolue de S — M et la rapprocher de S — M'.

(2) Voir la fin du paragraphe 9.

8. — Reprenons donc les valeurs des aires inscrite et circonscrite de la fig. 16 :

$$A = h\left(2\,\Sigma\, y_i + \frac{y_0 + y_{2n}}{2} - \frac{y_1 + y_{2n-1}}{2}\right)$$

et

$$A' = 2\,h.\,\Sigma\, y_i\,;$$

mais au lieu de prendre la moyenne arithmétique entre ces valeurs, prenons pour l'aire approchée de la courbe l'expression $\frac{A + 2A'}{3}$. Il viendra

(4) $$S = h\left(2\,\Sigma\, y_i + \frac{y_0 + y_{2n}}{6} - \frac{y_1 + y_{2n-1}}{6}\right).$$

Cette formule nouvelle, qui a exactement la même forme que celle de Poncelet, donne des résultats beaucoup plus approchés et doit donc lui être toujours préférée.

On peut d'ailleurs, comme pour la formule de Poncelet, déterminer à priori une limite supérieure de l'erreur qui résulte de l'emploi de la formule (4). Remarquons, pour cela, que les différentes aires se présentent nécessairement dans l'ordre de grandeur suivant

$$A,\ \frac{A + A'}{2},\ \frac{A + 2A'}{3},\ A';$$

or, S étant plus rapproché de A′ que de A ne peut se trouver qu'entre $\frac{A + A'}{2}$ et $\frac{A + 2A'}{3}$ ou entre $\frac{A + 2A'}{3}$ et A′ (¹). Dans le premier cas, l'erreur est moindre que $\frac{1}{6}$ (A′ — A) et dans le second cette erreur est plus petite que $\frac{1}{3}$ (A′ — A). On a donc en tout cas

$$\text{Lim. } \varepsilon = \tfrac{1}{3}\,(A' - A) = h\left(\frac{y_1 + y_{2n-1}}{6} - \frac{y_0 + y_{2n}}{6}\right).$$

On verrait comme plus haut que cette expression peut être mise sous la forme

$$\text{Lim. } \varepsilon = \tfrac{1}{3}\,h.\ \text{M N (fig. 16).}$$

9. — Appliquons les considérations analytiques qui précèdent à un exemple numérique, celui de l'aire comprise entre l'arc de l'hyperbole équilatère $x\,y = 1$, l'axe des abscisses et les ordonnées correspondant à $x = 1$ et $x = 2$, aire dont la valeur exacte est le logarithme népérien de 2 ou

$$S = 0,693\,147\,18\,.....$$

(¹) Le signe de $S - \frac{A + 2A'}{3}$ dépendant de celui de $f^{IV}(x_0)$, tandis que de celui $S - \frac{A + A'}{2}$ dépend $f''(x_0)$, on ne voit pas si ces deux différences sont de mêmes signes ou de signes contraires. Pourtant dans tous nos exemples numériques (voir les tableaux du paragraphe 15), l'aire véritable s'est constamment trouvée entre $\frac{A + A'}{2}$ et $\frac{A + 2A'}{3}$. Si l'on pouvait affirmer qu'il en est toujours ainsi, la limite de l'erreur serait $\frac{1}{6}$ (A′ — A) ou $\frac{1}{6}$ h. M N.

En supposant la base partagée en dix parties égales, la méthode des cordes conduit à la valeur $A = 0{,}693\,771$, et celle des tangentes à $A' = 0{,}692\,835$. On a donc

$$S - A = -0{,}000\,624\ldots$$

et

$$S - A' = \quad 0{,}000\,312\ldots$$

Cette dernière expression étant égale, en valeur absolue, à la moitié de S — A, on voit qu'en s'arrêtant à la sixième décimale, $2\,\Delta x = 0{,}1$ est assez petit pour que les termes du développement en série qui renferment Δx à une puissance supérieure à la quatrième puissent être négligés. En prenant la moyenne arithmétique entre A et A′ on trouve

$$M = \frac{A + A'}{2} = 0{,}693\,303$$

et

$$S - M = -0{,}000\,156\ldots$$

ce qui est (en valeur absolue) la moitié de S — A′, ainsi qu'on devait s'y attendre. Enfin

$$M' = \frac{A + 2\,A'}{3} = 0{,}693\,147$$

ce qui ne diffère de la valeur de S qu'au delà de la sixième décimale et présente, par conséquent, une approximation bien supérieure à toutes celles qui précèdent.

Mais le calcul de M et de M′ serait deux fois plus long que celui de A ou de A′. Voyons donc les résultats pratiques que donnent les formules (3) et (4) qui remplacent les moyennes M et M′. La formule de Poncelet conduit à la valeur $S' = 0{,}693\,523$, d'où

$$S - S' = 0{,}000\,376,$$

erreur qui est plus que double de S — M et plus grande même que S — A′. Cela tient à ce qu'en conservant la division de la base en dix parties égales on a réellement pris Δx deux fois plus grand, comme il est facile de le voir en comparant les figures 16 et 17. La même remarque s'applique d'ailleurs à la formule (4), qui donne $S'' = 0{,}692\,984$ et

$$S - S'' = 0{,}000\,163,$$

erreur tout naturellement plus grande que S — M′, mais plus de moitié plus faible que S — S′ et environ moitié plus petite que S — A′.

On voit donc que, dans le cas particulier qui nous occupe, la moyenne, *telle que la prend Poncelet,* n'est pas plus près de l'aire véritable que l'aire du polygone circonscrit, tandis que la nouvelle formule (4) donne

un résultat beaucoup plus exact que ces deux autres. Il en a constamment été de même dans tous les exemples numériques que nous avons pu calculer. La formule de Poncelet n'a donc sur la méthode des tangentes que l'avantage d'un moins grand nombre d'opérations à effectuer, car la formule (2) exige la connaissance de $2n$ ordonnées et l'on n'a besoin d'en employer que $n+2$ par la formule (3) (1).

Si l'on veut se rendre compte, au moyen du même exemple numérique, de l'influence des éléments extrêmes sur la supériorité de S″ sur S′, on verra, en calculant séparément S, S′ et S″ pour chacun des 5 éléments doubles de la base, que les erreurs sont :

$S_1 - S_1' = -0{,}000\,021$	et	$S_1 - S_1'' = 0{,}000\,154$	
$S_2 - S_2' = -0{,}000\,163$		$S_2 - S_2'' = -0{,}000\,007$	
$S_3 - S_3' = -0{,}000\,103$		$S_3 - S_3'' = -0{,}000\,002$	
$S_4 - S_4' = -0{,}000\,070$		$S_4 - S_4'' = -0{,}000\,002$	
$S_5 - S_5' = -0{,}000\,019$		$S_5 - S_5'' = 0{,}000\,020$	
Erreurs totales : $S - S' = -0{,}000\,376$	et	$S - S'' = 0{,}000\,163$	

Pour les 3 éléments intermédiaires seuls, la formule de Poncelet conduirait à une erreur 30 fois $\frac{1}{2}$ plus forte que la nôtre, tandis que pour l'ensemble des cinq éléments le rapport de ces erreurs n'est plus que $2\frac{3}{10}$.

L'exemple que nous venons de traiter est d'ailleurs très-défavorable à la nouvelle formule, car, pour toutes les autres courbes dont nous avons calculé les aires, toujours au moyen de dix divisions de la base (ce qui ne donne que trois éléments intermédiaires contre deux extrêmes), le résultat est bien plus favorable à la formule (4). On verrait facilement par les chiffres inscrits dans les tableaux qui terminent ce travail, que le rapport $\frac{S-S'}{S-S''}$ des erreurs des deux formules est (en valeur absolue) :

Pour l'aire d'un arc de la courbe $x^2 y = 1$.....	$2\frac{7}{10}$
— — de parabole à axe horizontal.....	4
— — de sinusoïde.....	$4\frac{2}{5}$
— — de cycloïde.....	$7\frac{3}{10}$
— — de cercle (quart de circonférence).	8
— — de parabole à axe vertical.....	$10\frac{3}{5}$
— — d'hyperbole à axe réel horizontal.	$14\frac{1}{5}$

(1) Pour comparer *équitablement* les formules (2) et (3), on devrait donc, tout en maintenant la division de la base en dix parties égales pour la première, admettre seize divisions pour la seconde, qui exigerait alors également l'emploi de *dix* ordonnées. De cette manière, la formule de Poncelet donnerait S' = 0,693 328 et l'on aurait S — S' = — 0,000 181, erreur moindre que S — A' et qui se rapproche sensiblement de S — M. Avec les mêmes dix ordonnées la formule (4) donne S″ = 0,693 105 et S — S″ = 0,000 042, erreur en moins à peu près fois $\frac{1}{2}$ plus faible que l'erreur en plus donnée par la formule de Poncelet.

II

10. — Après avoir établi la supériorité de la nouvelle formule (4) sur celle de Poncelet, nous allons chercher à la comparer à une autre formule célèbre, celle de Simpson, qui constitue une des méthodes de quadrature les plus exactes et les plus usitées, mais qui a l'inconvénient d'être très-fastidieuse à appliquer, ce qui lui fait souvent préférer dans la pratique la formule bien moins exacte de Poncelet.

Voici en quoi consiste la méthode de Thomas Simpson. Après avoir partagé la base de l'aire à calculer en un nombre $2n$ de parties égales et mené les $2n + 1$ ordonnées équidistantes, le célèbre géomètre anglais remplace la courbe par une série d'arcs de paraboles du second degré ayant toutes leur axe parallèle aux ordonnées (c'est-à-dire de la forme $y = \alpha + \beta x + \gamma x^2$) et passant successivement par les extrémités des trois premières ordonnées, des 3e, 4e et 5e, et ainsi de suite jusqu'aux trois dernières ; puis il prend, pour l'aire de la courbe, la somme des aires des n trapèzes paraboliques ainsi déterminés. Cette méthode l'a conduit à la formule :

$$S = \tfrac{1}{3} h [y_0 + y_{2n} + 2(y_2 + y_4 + \dots + y_{2n-2}) + 4(y_1 + y_3 + \dots + y_{2n-1})]$$

dans laquelle y_0, y_1 ... y_{2n} représentent les valeurs numériques des $2n+1$ ordonnées distantes l'une de l'autre de la longueur constante h. En appelant Σy_p la somme des ordonnées d'indice pair, et Σy_i celle des ordonnées d'indice impair, on peut mettre la formule de Simpson sous la forme

$$S = \tfrac{1}{3} h [2 \Sigma y_p + 4 \Sigma y_i - (y_0 + y_{2n})] \tag{5}$$

11. — Avant de nous occuper de la comparaison de cette formule avec la formule (4), il n'est peut-être pas hors de propos de dire un mot d'un perfectionnement que M. Catalan a voulu apporter à la méthode de Simpson.

La ligne formée par les différents arcs de paraboles par lesquels Simpson remplace une courbe donnée présentant nécessairement des jarrets ou points de rebroussements aux extrémités de toutes les ordonnées d'indice pair intermédiaires entre y_0 et y_{2n}, M. Catalan a pensé qu'on obtiendrait une ligne plus continue en faisant recroiser deux paraboles consécutives de manière à leur donner deux points communs. Après avoir mené comme Simpson une première parabole par les extrémités des trois premières ordonnées (y_0, y_1, y_2), il ne conserve de cette ligne que l'arc compris entre y_0 et y_1 ; puis il fait passer par les extrémités des 2e, 3e et 4e ordonnées (y_1, y_2, y_3) une deuxième

parabole dont il ne conserve également que la partie comprise entre y_1 et y_2, et ainsi de suite en conservant l'arc entier pour les trois dernières ordonnées. Afin de donner de la symétrie à l'expression de l'aire de la courbe ainsi formée, M. Catalan refait la même construction dans l'ordre inverse, puis il prend la moyenne entre les deux aires. Il arrive ainsi à la formule :

$$(6)\quad S = y\,[\Sigma\, y - \tfrac{5}{8}\,(y_0 + y_n) + \tfrac{1}{6}\,(y_1 + y_{n-1}) - \tfrac{1}{24}\,(y_2 + y_{n-2})]$$

h représentant toujours l'équidistance des ordonnées et $\Sigma\, y$ la somme des $n + 1$ ordonnées $y_0 + y_1 + y_2 + \ldots\ldots + y_{n-1} + y_n$.

Le point de départ de M. Catalan nous paraît complétement erroné. Deux de ses paraboles consécutives n'ont pas un élément d'arc, mais seulement deux points communs, de sorte qu'au lieu de faire disparaître les jarrets de la construction de Simpson, il n'a fait qu'en doubler à peu près le nombre, comme on peut s'en rendre compte par la figuration suivante :

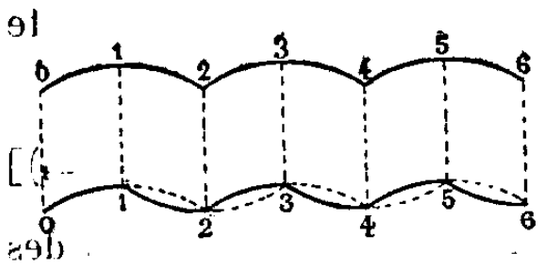


Fig. 18.

Le nombre des divisions de la base étant $2\,n$, la construction de Simpson présente $n - 1$ jarrets et celle de M. Catalan $2\,n - 1$. Nous pensons donc que la formule (6), qui est d'ailleurs moins simple et plus difficile à retenir que celle de Simpson, doit conduire généralement à un résultat moins exact que cette dernière, et que, par conséquent, elle est loin de constituer un *perfectionnement*. Et, en effet, dans toutes nos applications numériques *sans exception,* la formule (6) a conduit à un résultat sensiblement moins approché que la formule (5), ainsi qu'il ressort du tableau suivant :

	AIRE EXACTE	ERREUR SIMPSON	ERREUR CATALAN	RAPPORT DES ERREURS PRÉCÉDENTES
Aire d'un arc de cercle (quart de circonférence) (1).....	78,540	0,366	0,451	$\frac{4}{5}$
Aire d'un arc de parabole (à axe horizontal).....	63,245	0,244	0,300	$\frac{4}{5}$
Aire d'un arc d'hyperbole (à axe réel horizontal).....	107,3571	0,3641	0,4450	$\frac{41}{50}$
Aire d'un arc de cycloïde.....	1,570.796	— 0,020.710	— 0,025.606	$-\frac{4}{5}$
Aire d'un arc de sinusoïde.....	1,000.000	— 0,000.006	— 0,000.016	$\frac{3}{8}$
Aire d'un arc d'hyperbole équilatère $xy = 1$.....	0,693.147	— 0,000.003	— 0,000.011	$\frac{3}{11}$
Aire d'un arc de la courbe $x^2y = 1$	0,166.666.7	— 0,000.000.2	— 0,000.001.2	$\frac{1}{6}$

(1) Voir, dans les tableaux du paragraphe 13, les équations des courbes et les limites entre lesquelles l'aire est calculée.

Le seul avantage de la formule de M. Catalan consiste en ce qu'elle n'exige pas que le nombre des divisions de la base soit pair. Elle serait donc réellement utile dans le cas particulier (qui ne peut d'ailleurs se présenter que fort rarement) où une cause spéciale eût obligé de partager la base de l'aire à chercher en un nombre *impair* de parties égales, cas où la formule de Simpson n'est plus applicable, non plus que celle de Poncelet ou la nôtre.

12. — Pour arriver à nous rendre compte de la valeur relative des formule (4) et (5), nous avons besoin de nous appuyer sur quelques considérations préliminaires.

Considérons d'abord un arc de parabole à axe parallèle aux ordonnées. Si M m M′ (fig. 17) représente cet arc, on sait que la tangente en m est parallèle à la corde M M′ et que la surface du segment parabolique est égale aux deux tiers du parallélogramme M T T′M′. Il en résulte que l'on peut obtenir l'aire parabolique au moyen des aires inscrite A et circonscrite A′; il suffit pour cela de prendre $A + \frac{2}{3}(A' - A)$ ou $\frac{A + 2A'}{3}$.

Soit maintenant (fig. 19) une courbe quelconque M m M′, et menons par m une parallèle $t\,t'$ à M M′. La parabole passant par M, m et M′ sera tangente à $t\,t'$ et son aire est $A + \frac{2}{3}$ M $t\,t'$ M′, ou (puisque le parallélogramme M $t\,t'$ M′ est égal au trapèze M T T′ M′), $A + \frac{2}{3}(A' - A)$. En prenant $\frac{A + 2A'}{3}$ pour l'aire de la courbe on ne fait donc pas autre chose que remplacer l'arc M m M′ par l'arc d'une parabole déterminée par les trois points M, m, M′ et par la condition d'avoir son axe parallèle aux ordonnées. Il est évident dès lors que, si les éléments des aires A et A′ étaient disposés comme sur la figure précédente, en prenant pour l'aire approchée $\frac{A + 2A'}{3}$, on retomberait tout bonnement sur la formule de Simpson. C'est donc grâce à la disposition toute particulière des cordes et des tangentes adoptée par Poncelet que cette expression nous a conduit à une formule beaucoup plus simple que celle de Simpson et qui néanmoins ne peut pas en différer beaucoup.

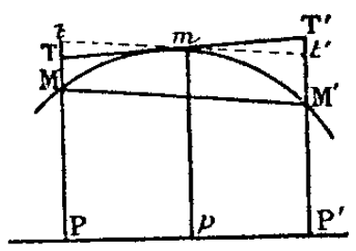


Fig. 19.

Examinons de plus près comment les choses se passent lorsque les cordes et les tangentes sont disposées comme dans la figure 16, et supposons d'abord que la courbe donnée soit une parabole.

Les tangentes en B et D (fig. 20) se couperont en m sur l'ordonnée intermédiaire, et l'on a C m = C l. De plus, les demi-segments B C l et D C l sont respectivement égaux aux deux tiers des triangles B m l, D m l, de sorte que le segment entier B C D est égal aux deux tiers du triangle B m D. En ne considérant que les éléments compris entre y_n et y_{n+1}, l'aire parabolique peut donc être formée, comme dans le cas précédent,

en prenant $\frac{A + 2A'}{3}$. Mais il n'en est pas de même pour les deux éléments extrêmes. En menant une ordonnée par le milieu de $a\,b$ et joignant A k, cette ligne serait tangente à la parabole en A, et l'aire parabolique serait égale à A $+ \frac{2}{3}$ A k B. Si donc on prenait $\frac{A + 2A'}{3}$, cette expression surpasserait l'aire parabolique des $\frac{2}{3}$ du triangle A $k r$ ou, ce qui revient au même, de la valeur du segment parabolique A B.

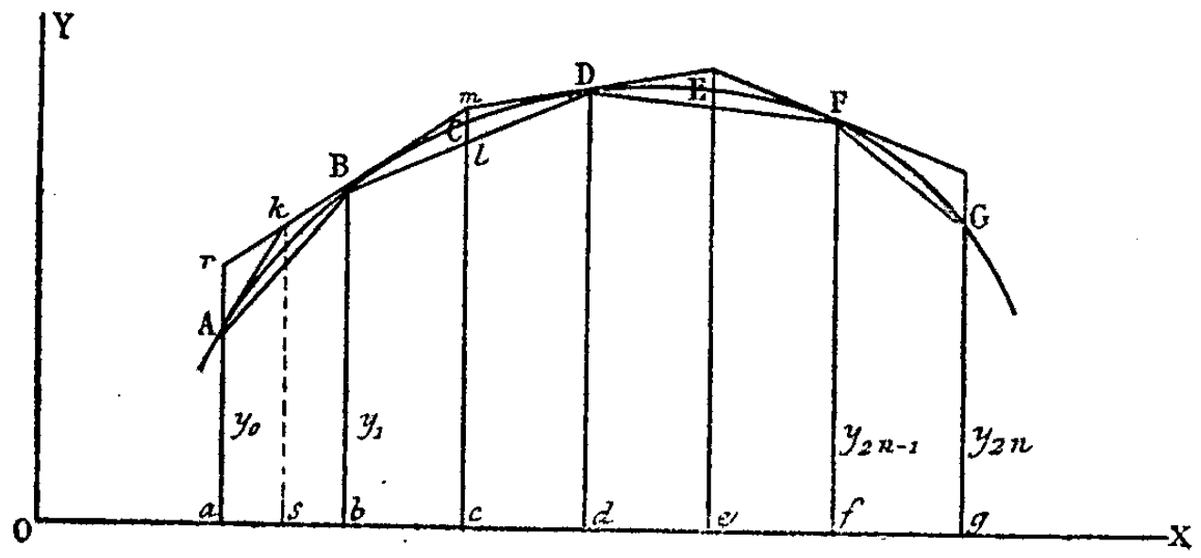


Fig. 20.

Passons au cas d'une courbe quelconque. Les tangentes en B et D (fig. 21) ne rencontreront plus l'ordonnée intermédiaire au même point, et l'on a $\frac{A + 2A'}{3} = \frac{1}{3}$ A $+ \frac{2}{3}$ (b B $v\,c + c\,u$ D d). En prenant C m = C l et menant m B et m D, ces lignes seraient tangentes à la parabole passant par B, C, D, et l'aire parabolique serait $\frac{1}{3}$ A $+ \frac{2}{3}$ b B m D d, valeur qui ne serait égale à la précédente que si, *par hasard*, B $v\,m$ = D $m\,u$. Mais quand même cette compensation aurait lieu, on ne retomberait pas sur la formule de Simpson, car les arcs de parabole ne seraient pas les mêmes, ceux de Simpson passant par (A, B, C), (C, D, E), etc. (fig. 20), et non par (B, C, D), (D, E, F), etc. Cette remarque nous conduit à comparer la formule (4) non pas directement à celle de Simpson, mais à une autre que nous appellerons *auxiliaire* et qui serait obtenue au moyen d'arcs de parabole menés par (B, C, D), (D, E, F), etc., croisant ceux de Simpson. Nous ferons d'ailleurs abstraction, pour le moment, des deux éléments extrêmes.

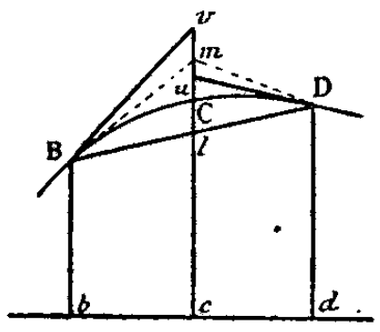


Fig. 21.

Appelons A_1 l'aire inscrite que l'on obtiendrait en menant les cordes A C, C E, etc. (fig. 20), et A'_1 l'aire circonscrite formée par les tangentes en B, D, etc., menées *non à la courbe donnée* mais aux arcs de parabole passant par (A, B, C), (C, D, E), etc. D'après ce que nous avons dit plus haut, l'aire de Simpson serait $S_1 = \frac{A_1 + 2A'_1}{3}$. Pareillement, en nommant A_2 l'aire inscrite formée par les cordes B D, D F, etc., et A'_2 l'aire circonscrite qui serait déterminée par les tangentes en

C, E, etc., aux arcs de parabole passant par (B, C, D), (D, E, F), etc., l'aire auxiliaire aurait pour valeur $S_2 = \frac{A_2 + 2A'_2}{3}$. Or, entre y_2 et y_{2n-2}, l'arrangement Poncelet a la même aire inscrite (A_2) que la courbe auxiliaire, et l'aire circonscrite, formée par des tangentes ayant leurs points de contact communs avec celles des paraboles de Simpson, est la même que A'_1 (voy. fig. 19), de sorte que l'aire donnée par notre formule (4) est $S_3 = \frac{A_2 + 2A'_1}{3}$. Il s'en suit que, si l'on prend la différence $S_3 - S_1$ entre l'aire de la formule (4) et l'aire de Simpson, A' disparaît, et que, dans la différence $S_3 - S_2$ entre l'aire de la formule (4) et l'aire auxiliaire, c'est au contraire A qui disparaît. Ces différences sont :

$$S_3 - S_1 = \tfrac{4}{3}(A_2 - A_1)$$

et

$$S_3 - S_2 = \tfrac{2}{3}(A'_1 - A'_2).$$

Or, il est facile de démontrer que $A_2 - A_1 = A'_1 - A'_2$ ou, ce qui revient au même, que $A_1 + A'_1 = A_2 + A'_2$. Il suffit pour cela de faire voir que la moyenne $\frac{A + A'}{2}$ entre l'aire inscrite et l'aire circonscrite est la même dans l'arrangement Simpson et dans l'arrangement auxiliaire. Reprenons un fragment de la figure 20, en supposant que la ligne A B C D E.... représente à volonté la série des arcs paraboliques auxiliaires et celle des paraboles de Simpson.

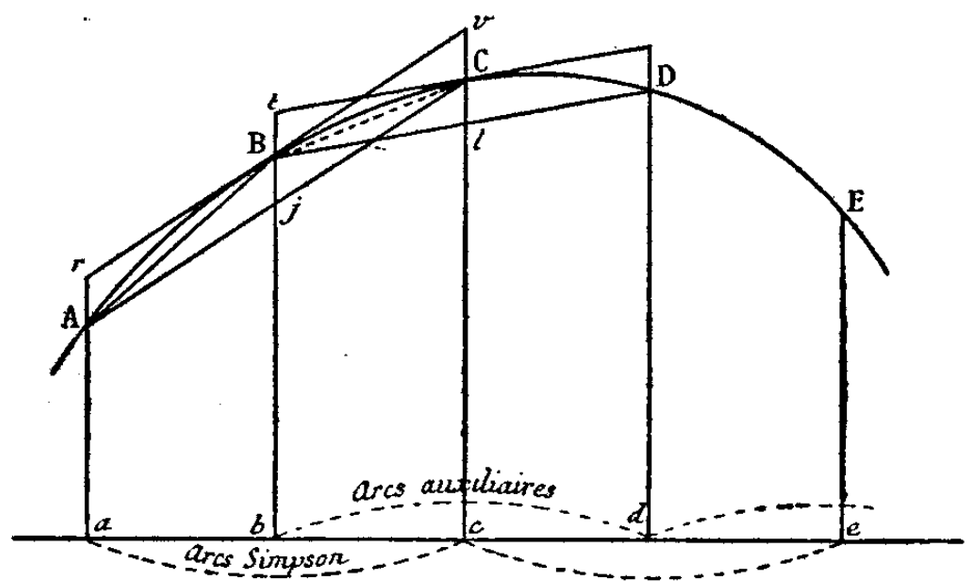


Fig. 22.

La corde A C (fig. 22) et la tangente en B à la parabole de la série Simpson seront parallèles. Il en est de même de la corde B D et de la tangente en C à la parabole de la série auxiliaire. Ceci posé, on a, pour le demi-élément b B C c :

$$\left.\begin{aligned} A_1 &= b\,j\,C\,c \\ A'_1 &= b\,B\,v\,c \end{aligned}\right\} \frac{A_1 + A'_1}{2} = b\,B\,C\,c.$$

De même

$$\left.\begin{aligned} A_2 &= b\,B\,l\,c \\ A'_2 &= b\,t\,C\,c \end{aligned}\right\} \frac{A_2 + A'_2}{2} = b\,B\,C\,c.$$

On a donc $A_1 + A'_1 = A_2 + A'_2$ ou $A'_1 - A'_2 = A_2 - A_1$, et par suite $S_3 - S_2 = 2(S_3 - S_1)$, ou

$$2 S_1 = S_3 + S_2 \tag{7}$$

Cette relation nous apprend qu'entre y_2 et y_{2n-2}, *l'aire de Simpson est la moyenne arithmétique entre l'aire auxiliaire et celle de la formule* (4).

Jusqu'ici l'aire auxiliaire est restée indéterminée entre y_0 et y_1, ainsi qu'entre y_{2n-1} et y_{2n}. Rien n'empêche de la compléter, pour ces deux éléments extrêmes, de manière que la relation que nous venons d'énoncer s'étende aux aires entières. Cherchons donc ce que doit être la courbe auxiliaire entre y_0 et y_2.

Pour que l'égalité $S_3 - S_2 = \frac{2}{3}(A'_1 - A'_2)$ subsiste, il suffit (quel que soit A'_2) que A_2 se confonde avec l'aire inscrite de l'arrangement Poncelet. Comme cela a déjà lieu entre y_1 et y_2, il suffira de prendre, entre y_0 et y_1, $A_2 = a\,A\,B\,b$; il en résultera qu'on aura toujours $S_3 = \frac{A_2 + 2A'_1}{3}$ et, par suite, $S_3 - S_1 = \frac{1}{3}(A_2 - A_1)$. Il reste à déterminer la valeur à donner à A'_2 pour que $S_3 - S_2 = 2(S_3 - S_1)$ ou pour qu'on ait toujours $A_2 - A_1 = A'_1 - A'_2$. Mais A'_2 n'est resté indéterminé qu'entre y_0 et y_1, et d'ailleurs l'égalité précédente est vraie entre y_1 et y_2 (car nous avons démontré ci-dessus que $A_1 + A'_1 = A_2 + A'_2$ pour chaque demi-élément compris entre deux ordonnées consécutives entre y_1 et y_{2n-1}). Cette égalité, restreinte au premier demi-élément, détermine la valeur de A'_2 entre y_0 et y_1, valeur qui se réduit à A_2, puisque $A_1 + A'_1 = 2A_2$ comme il est facile de le voir sur la figure 22. L'aire $S_2 = \frac{A_2 + 2A'_2}{3}$ se réduit également à A_2.

On est ainsi conduit à compléter la courbe auxiliaire par les simples cordes réunissant les extrémités des ordonnées y_0, y_1 et y_{2n-1}, y_{2n}. En calculant les valeurs des deux trapèzes extrêmes et celles des aires paraboliques intermédiaires en fonction des ordonnées, on trouve pour l'aire auxiliaire complète :

$$S_2 = \frac{1}{2} h \left[4 \Sigma y_p + 2 \Sigma y_i - \frac{5}{2}(y_0 + y_{2n}) + \frac{1}{2}(y_1 + y_{2n-1})\right] \tag{8}$$

La relation (7) permet de retrouver l'une quelconque des formules (4), (5) et (8) au moyen des deux autres. Et, en effet, *si du double de l'expression de l'aire de Simpson (5), on retranche celle de l'aire auxiliaire (8), on retrouve notre formule (4),* par une voie bien différente de celle qui nous y a conduit.

13. — Ceci posé, on peut se rendre compte de la valeur comparative de la formule de Simpson et de la nôtre.

Entre y_1 et y_{2n-1} il n'y a aucune raison de supposer *à priori* que les paraboles de Simpson conduisent à un résultat plus ou moins approché que celles de l'aire auxiliaire : les deux méthodes, quoique ne condui-

sant pas à un résultat identique, doivent être regardées comme absolument équivalentes au point de vue de leur exactitude. Entre y_0 et y_1, ainsi qu'entre y_{2n-1} et y_{2n}, l'aire auxiliaire qui se contente de remplacer la courbe par ses cordes donne une approximation beaucoup plus grossière que celle de Simpson, et, *dans le cas d'une courbe concave vers l'axe des abscisses,* une valeur sensiblement plus petite que l'aire parabolique et que celle de la courbe donnée. On peut donc admettre que généralement l'aire auxiliaire est un peu plus petite que celle de Simpson (1), et que par suite celle de la formule (4) est un peu plus grande. Si, comme nous le fait penser l'ensemble de nos applications numériques, l'aire de Simpson est en général trop faible dans le cas d'une courbe concave, l'aire de notre formule pourra s'approcher davantage de celle de la courbe. Les tableaux du paragraphe 15 font voir qu'il en est souvent ainsi.

14. — Il nous semble qu'on peut légitimement conclure de l'étude qui précède que la nouvelle formule :

$$S = h\left(2\,\Sigma\, y_i + \frac{y_0 + y_{2n}}{6} - \frac{y_1 + y_{2n-1}}{6}\right) \tag{4}$$

qui a la même forme que celle de Poncelet, mais qui l'emporte incontestablement en exactitude sur cette dernière, ne peut différer que fort peu de celle de Simpson, à laquelle on doit, par conséquent, la préférer, puisqu'elle est beaucoup plus simple et n'exige l'emploi que de $(n+2)$ ordonnées au lieu de $(2n+1)$. Ajoutons que la formule (4) présente encore un autre avantage sur la méthode de Simpson, celui de permettre la détermination *à priori* d'une limite supérieure de l'erreur qui résulte de son emploi (voir paragraphe 8 ci-dessus).

15. — Nous avons rassemblé dans les deux tableaux suivants huit applications numériques indiquant les résultats comparatifs auxquels nous ont conduit les diverses méthodes de quadrature pour le calcul de quelques aires dont la valeur exacte a pu être déterminée. Ces huit exemples pourraient, à la vérité, être réduits à cinq *bien différents,* à cause de la grande analogie qui règne entre les trois premiers ainsi qu'entre le sixième et le septième ; mais les conclusions que nous tirerons de l'examen des tableaux ne seraient pas modifiées par la suppression des exemples 2, 3 et 7.

(1) Pour qu'il en fût autrement, il faudrait que l'excès de l'aire auxiliaire sur celle de Simpson entre y_1 et y_{2n-1} fût plus grand que la somme des deux segments paraboliques extrêmes A B, F G (fig. 20). Or, la différence entre ces aires, résultant de la double manière de déterminer les arcs paraboliques, doit être tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, et elle ne peut être que très-faible. On ne comprend donc guère que l'aire auxiliaire totale puisse surpasser celle de Simpson. Cela ne s'est, en effet, pas présenté dans les huit exemples numériques que nous avons traités, car on peut voir sur les deux tableaux du paragraphe 15 que l'aire de la formule (4) est toujours plus grande ou plus petite que celle de Simpson, suivant que la courbe est concave ou convexe vers l'axe des abscisses.

TABLEAU N° 1

Courbes concaves vers l'axe des abscisses.

COURBES.		AIRE EXACTE.	POLYG. CIRCONSC. (FORMULE 2) (10 ordonnées.)	FORMULE DE PONCELET (7 ordonnées.)	FORMULE NOUVELLE (FORMULE 4) (7 ordonnées.)	FORMULE DE SIMPSON (11 ordonnées.)
			La base étant partagée en 10 parties égales.			
1. Quart de cercle (R = 10)	Aire	78,540	78,808	78,221	78,580	78,174
$y = \sqrt{20\,x - x^2}$	Erreur	»	— 0,268	+ 0,319	— 0,040	+ 0,366
entre $x = 0$ et $x = 10$	N° d'ordre d'approximation	»	2	3	1	4
2. Parabole (axe horizontal)	Aire	63,245	63,408	63,054	63,263	63,001
$y^2 = 9\,x$	Erreur	»	— 0,162	+ 0,191	— 0,018	+ 0,244
entre $x = 0$ et $x = 10$	N° d'ordre	»	2	3	1	4
3. Hyperbole (axe réel horiz.)	Aire	107,3571	107,5845	107,0910	107,3758	106,9957
$y = \sqrt{20\,x + x^2}$	Erreur	»	— 0,2274	+ 0,2661	— 0,0187	+ 0,3614
entre $x = 0$ et $x = 10$	N° d'ordre	»	2	3	1	4
4. Sinusoïde	Aire	1,000.000	1,001.031	0,998.465	1,000.351	1,000.006
$y = \text{Sin. } x$	Erreur	»	— 0,001.031	+ 0,001.535	— 0,000.351	— 0,000.006
entre $x = 0$ et $x = \frac{\pi}{2}$	N° d'ordre	»	3	4	2	1

TABLEAU N° 2

Courbes convexes vers l'axe des abscisses.

COURBES.		AIRE EXACTE.	POLYG. CIRCONSC. (FORMULE 2) (10 ordonnées.)	FORMULE DE PONCELET (7 ordonnées.)	FORMULE NOUVELLE (FORMULE 4) (7 ordonnées.)	FORMULE DE SIMPSON (11 ordonnées.)
			La base étant partagée en 10 parties égales.			
5. Parabole (axe vertical)	Aire	0,3333	0,3325	0,3345	0,3330	0,3333
$y = x^2$	Erreur	»	+ 0,0008	— 0,0012	+ 0,0003	(aire exacte)
entre $x = 0$ et $x = 1$	N° d'ordre	»	3	4	2	1
6. Hyperbole équilatère	Aire	0,693.147	0,692.835	0,693.523	0,692.984	0,693.150
$y = \frac{1}{x}$	Erreur	»	+ 0.000.312	— 0,000.376	+ 0,000.163	— 0,000.003
entre $x = 1$ et $x = 2$	N° d'ordre	»	3	4	2	1
7. Courbe hyperbolique	Aire	0,166.666.7	0,166.624,9	0,166.760.8	0,166.632.1	0,166.666.9
$y = \frac{1}{x^2}$	Erreur	»	+0,000.041.8	— 0,000.094.1	+ 0,000.034.6	— 0,000.000.2
entre $x = 2$ et $x = 3$	N° d'ordre	»	3	4	2	1
8. Cycloïde	Aire	1,570.796	1,555.642	1,588.381	1,568.381	1,591.506
$y = \arccos(1-x) - \sqrt{2x - x^2}$	Erreur	»	+ 0,015.154	— 0,017.585	+ 0,002.415	— 0,020.710
entre $x = 0$ et $x = 2$	N° d'ordre	»	2	3	1	4

On peut faire, sur l'ensemble des huit exemples traités dans les tableaux ci-dessus, les remarques suivantes :

1° La formule de Poncelet donne toujours un résultat trop faible ou trop fort, comme ferait la simple aire inscrite, suivant que la courbe tourne sa concavité ou sa convexité vers l'axe des abscisses ; la formule (4) conduit, au contraire, à un résultat trop fort ou trop faible dans les mêmes circonstances que l'aire circonscrite. Quant à l'erreur de la formule de Simpson, elle est *généralement* de même signe que celle de la formule de Poncelet et de signe contraire à celle de la formule (4).

2° La formule de Poncelet donne toujours un résultat moins exact que la méthode des tangentes, sur laquelle elle n'a que l'avantage d'un moins grand nombre d'ordonnées à déterminer.

3° L'aire donnée par la nouvelle formule (4) est toujours plus approchée de l'aire véritable que celle de Poncelet ou du polygone circonscrit. Sous le rapport de l'exactitude, cette formule partage le premier rang à peu près également avec la formule de Simpson, et lorsqu'elle cède le pas à cette dernière, elle garde le second rang, tandis que la formule de Simpson, remarquablement exacte dans certains cas, accuse de bien plus grands écarts, puisqu'elle descend au quatrième rang chaque fois qu'elle n'occupe pas le premier. Il s'en suit que la formule (4), outre ses autres avantages sur la méthode de Simpson, a aussi pour elle la probabilité d'une plus grande exactitude.

M. ÉDOUARD COLLIGNON

Ingénieur des Ponts et Chaussées.

SUR LA RÉSOLUTION DES ÉQUATIONS NUMÉRIQUES

— Séance du 23 août 1875. —

La méthode de Lagrange et celle de Sturm conduisent infailliblement à la détermination des racines réelles d'une équation numérique donnée, mais elles exigent des calculs tellement longs, qu'on peut dire qu'elles ne sont pas réellement entrées dans la pratique. En général, on s'en tient à des procédés beaucoup plus élémentaires : on trace la courbe représentée par le polynôme de l'équation, on détermine grossièrement les intersections de cette courbe avec l'axe des abscisses, et on corrige les valeurs des racines ainsi obtenues au moyen de la méthode de

Newton. Nous nous proposons d'indiquer dans cette note une marche qui nous paraît propre à guider le calculateur dans la première partie des opérations qu'il a à exécuter, à savoir, dans la détermination préalable des valeurs approchées des racines.

L'inspection de l'équation fait connaître immédiatement certains caractères qu'il est utile de noter : la règle des signes de Descartes indique sans calcul des limites supérieures des nombres de racines positives et de racines négatives de l'équation donnée ; les coefficients de l'équation fournissent des limites entre lesquelles les racines réelles sont comprises. On peut aussi considérer comme des caractères à peu près intuitifs de l'équation proposée les valeurs que prend son premier membre quand on y fait $x = o$, $x = 1$ et $x = -1$. En dehors de ces remarques, l'examen pur et simple de l'équation ne révèle plus rien, et la construction de la courbe qu'elle représente suppose la substitution effective d'un grand nombre de valeurs de l'inconnue.

Notre méthode consiste à mettre l'équation proposée sous une forme qui contribue à augmenter les accidents de la fonction contre les limites où sont comprises les racines, de manière à rendre plus évidentes les intersections qui définissent les valeurs cherchées. Soit $f(x) = o$ l'équation proposée ; la fonction $f(x)$ est un polynôme entier du degré m. Partageons ce polynôme en deux parties et mettons-le sous la forme :

$$x^k \, \mathrm{P} + \mathrm{Q} = o,$$

P représentant un polynôme du degré $m - k$, et Q un polynôme du degré $k - 1$. Puis construisons la courbe

$$y = \frac{x^k \, \mathrm{P}}{\mathrm{Q}}, \tag{1}$$

et cherchons ses intersections avec la droite $y = -1$. Les abscisses des points d'intersection seront les racines réelles de l'équation proposée.

Or la séparation de ces racines est facilitée par la résolution des équations $\mathrm{P} = o$, $\mathrm{Q} = o$, qui sont toutes deux d'un degré moins élevé que l'équation donnée. Imaginons qu'on ait résolu ces équations auxiliaires ; soient

$$\alpha, \ \alpha', \ \alpha'', \ldots$$

les racines réelles de $\mathrm{P} = o$, et

$$\beta, \ \beta', \ \beta'', \ldots$$

les racines réelles de $\mathrm{Q} = o$.

L'ordonnée y s'annule pour $x = o$ et pour $x = \alpha, = \alpha', = \alpha'' \ldots$; elle devient, au contraire, infinie pour $x = \beta, = \beta', = \beta'' \ldots$. On pourra

d'ailleurs, en décomposant P et Q en facteurs simples, mettre l'équation (1) sous la forme

$$y = \frac{x^k\,(x-\alpha)\,(x-\alpha')\,(x-\alpha'')\,\ldots\,\times \mathrm{H}}{(x-\beta)\,(x-\beta')\,(x-\beta'')\,\ldots\,\times \mathrm{L}}$$

H et L représentant les produits, toujours de même signe, des facteurs imaginaires. Sous cette forme, on voit directement quel est le signe de y pour une valeur quelconque de x, car on peut déterminer le signe de chacun des facteurs qui entrent au numérateur et au dénominateur. Cette seule considération permet de tracer à main levée une esquisse de la courbe, qui sera en général formée de branches rentrant dans l'un des types suivants :

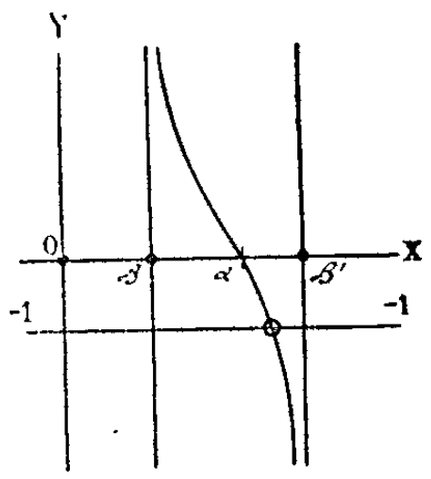


Fig. 23.

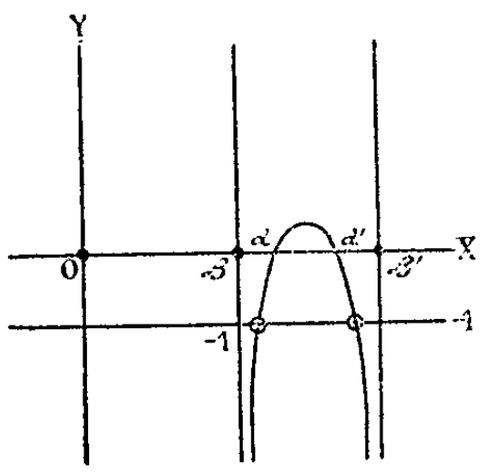


Fig. 24.

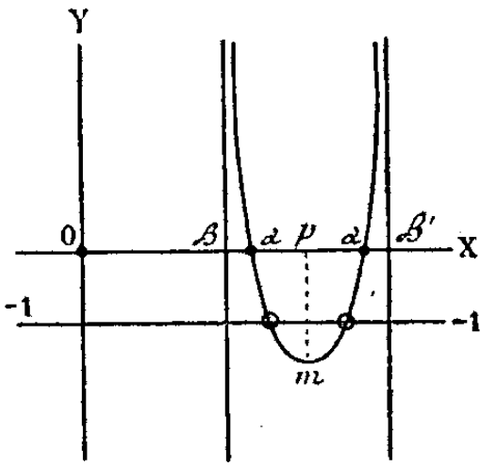


Fig. 25.

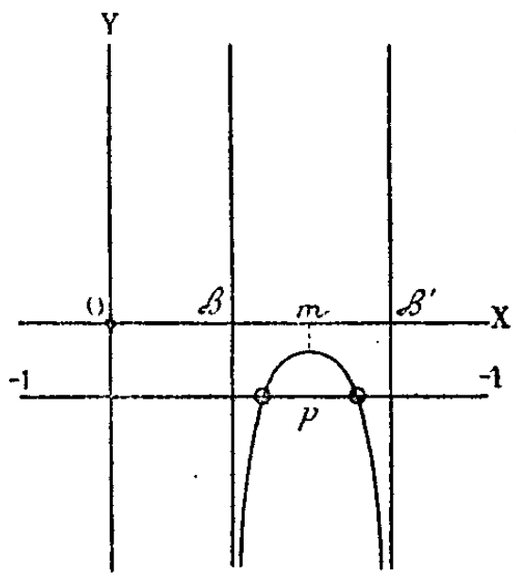


Fig. 26.

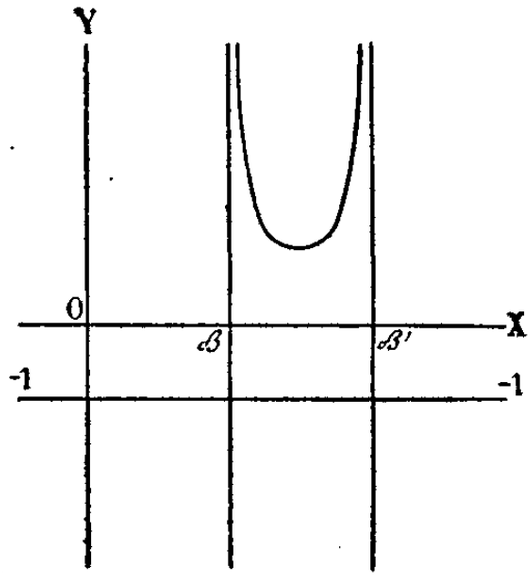


Fig. 27.

Le tracé de la courbe se fera en tenant compte, bien entendu, de toutes les circonstances particulières, telles par exemple que la multiplicité de chaque racine, dont nous avons fait abstraction dans les diagrammes précédents. On voit clairement alors :

Que, dans le type n° 1 (fig. 23), il y a une racine de la proposée (au moins) entre α et β' (1) ;

Que, dans le type n° 2 (fig. 24), il y a deux racines réelles de la proposée (au moins), l'une entre β et α, l'autre entre α' et β' ;

Que dans les types n° 3 et n° 4, il *peut y avoir* deux racines de la proposée, soit entre α et α', type n° 3 (fig. 25), soit entre β et β', type n° 4 (fig. 26); on ne saurait affirmer d'avance l'existence de ces racines, car pour qu'elles soient réelles, il faut que le minimum $m\ p$ de l'ordonnée surpasse en valeur absolue l'ordonnée de la droite — 1 dans le cas n° 3 , ou que le maximum de y reste supérieur à la même ordonnée dans le cas n° 4. Les cas 3 et 4 indiquent donc la possibilité de racines réelles en nombre pair, mais n'en font pas connaître *à priori* l'existence effective ;

Que, dans le type n° 5 (fig. 27), il n'y a aucune racine réelle de la proposée entre β et β'.

La méthode pourrait se borner à ce premier tracé ; elle aurait l'avantage de limiter le champ des recherches de racines à des intervalles réduits, pour lesquels on pourrait appliquer les méthodes de Lagrange ou de Sturm, ou même construire la courbe $y = f(x)$, avec économie de peine et de travail. Mais on peut achever la résolution sans avoir recours à aucun autre procédé. On remarquera en effet que tous les cas douteux peuvent être éclaircis en déterminant les maxima ou les minima de l'ordonnée

$$y = \frac{x^k \mathrm{P}}{\mathrm{Q}}.$$

Egalons à zéro la dérivée de y par rapport à x. Il vient, en différentiant,

$$\frac{dy}{dx} = \frac{\mathrm{Q}\,(k x^{k-1} \mathrm{P} + x^k \mathrm{P}') - x^k \mathrm{P}\,\mathrm{Q}'}{\mathrm{Q}^2}$$

en représentant par P' la dérivée de P, et par Q' la dérivée de Q. De là résulte l'équation

$$x^{k-1}\left(k\,\mathrm{P}\,\mathrm{Q} + x\,(\mathrm{P}'\,\mathrm{Q} - \mathrm{P}\,\mathrm{Q}')\right) = o,$$

ce qui donne d'abord $k - 1$ racines nulles, et ensuite l'équation

$$k\,\mathrm{P}\,\mathrm{Q} + x\,(\mathrm{P}'\,\mathrm{Q} - \mathrm{P}\,\mathrm{Q}') = o,$$

laquelle est du degré $(m - k) + (k - 1) = m - 1$.

(1) *Au moins*, parce que la branche de courbe comprise entre les asymptotes β et β' peut avoir des inflexions dont on commence par faire abstraction dans le tracé, et que ces inflexions peuvent la ramener à couper plus d'une fois la droite $y = -1$.

Cette équation peut se mettre sous la forme :

$$\frac{P\ Q}{x\,(P'\,Q - P\,Q')} = -\frac{1}{k},$$

de sorte que, si l'on construit la courbe

$$z = \frac{P\ Q}{x\,(P'\,Q - P\,Q')} \tag{2}$$

et qu'on la coupe par la droite $z = -\frac{1}{k}$, on aura les abscisses des points où la tangente à la courbe (1) est horizontale.

Or, nous connaissons déjà les racines de $P = o$ et de $Q = o$, qui rendent nulle l'ordonnée z. Cette ordonnée devient infinie pour $x = o$, et en outre pour les racines de l'équation $P'\,Q - P\,Q' = o$ (1), qu'on pourra résoudre de même, en construisant la courbe

$$u = \frac{P'\,Q}{P\,Q'} \tag{3}$$

et en la coupant par la droite $u = +1$.

Pour séparer les racines de cette dernière équation on aura, en suivant la même marche, à résoudre les équations $P = o$, $Q = o$, $P' = o$, $Q' = o$, dont les deux premières sont déjà résolues. Il n'y a, en somme, que ces quatre équations à résoudre pour rendre possible le tracé des trois courbes (1), (2) et (3).

Résumons la méthode.

On commencera par chercher les racines réelles des équations $P = o$, $Q = o$, $P' = o$, $Q' = o$.

On construira ensuite, à main levée, d'après les résultats obtenus, la courbe $u = \frac{P'\,Q}{P\,Q'}$, qu'on coupera par la droite $u = 1$. La construction donnera des valeurs approximatives des racines de l'équation $P'\,Q - P\,Q' = o$; on corrigera ces racines au moyen de la méthode de Newton, ou de l'interpolation par parties proportionnelles, en appliquant les calculs au polynôme $P\,Q' - P\,Q'$, et non à la fraction rationnelle $\frac{P'\,Q}{P\,Q'}$, car si, pour deviner la position des racines, il est utile de multiplier les accidents de la fonction proposée, il est au contraire avantageux, pour les approximations successives de ces racines, d'opérer sur les fonctions les plus tranquilles possible.

Connaissant les racines des équations $P = o$, $Q = o$, et $P'\,Q - P\,Q' = o$, on fera à main levée le croquis de la courbe

(1) Cette équation est en général du degré $m - 2$; dans le cas particulier où P et Q sont du même degré, elle s'abaisse au degré $m - 3$.

$$z = \frac{P\,Q}{x\,(P'\,Q - P\,Q')}$$

que l'on coupera par la droite $z = -\frac{1}{k}$. La recherche de toutes les solutions de cette équation n'est pas nécessaire. Il suffit seulement de connaître, en effet, celles qui peuvent éclairer sur l'allure de la courbe

$$y = \frac{x^k\,P}{Q},$$

dans les intervalles où l'on peut admettre qu'elle coupe la droite $y = -1$.

La construction de cette dernière courbe, et la recherche de ses points d'intersection avec la droite $y = -1$, achèveront la solution du problème. On connaît par les opérations déjà effectuées les points où elle coupe l'axe des abscisses, les positions des asymptotes verticales, les abscisses des ordonnées maxima et des minima, d'où l'on peut déduire les valeurs correspondantes de ces ordonnées. C'est tout ce qu'il faut pour faire le croquis complet de la courbe, et par conséquent les racines sont séparées.

Remarquons que la méthode peut être variée d'une infinité de manières; elle repose en effet, sur la décomposition arbitraire du polynôme proposé en deux parties. Le but qu'on doit se proposer dans ce partage est d'abord de simplifier le plus possible les calculs, d'abaisser le plus possible, par exemple, le degré des équations auxiliaires $P = o$, $Q = o$, qu'on doit résoudre; ensuite, il est utile que ces équations $P = o$, $Q = o$ aient des racines réelles, les seules qui soient susceptibles d'une représentation sur l'épure. Aussi fera-t-on en sorte, en général, que les polynômes P et Q soient de degré impair, ou de degré pair avec un dernier terme négatif, ce qui leur assure une ou deux racines réelles. Si une décomposition essayée ne donne pas d'indices assez explicites sur la réalité ou la non-réalité des racines, on peut en imaginer d'autres, soit avec la même variable, soit avec une variable différente; les rapprochements entre les croquis correspondants aux diverses décompositions essayées peuvent quelquefois suffire pour montrer l'existence ou la non-existence d'une racine.

Observons aussi que les équations $P = o$, $Q = o$, dont les degrés sont moindres que celui de la proposée, peuvent être résolues par la même méthode. En général, elles seront d'un degré inférieur à $\frac{m}{2}$, m étant le degré du polynôme $f(x)$. Pour les résoudre, on sera conduit à opérer sur des équations de degré sous-double au plus, c'est-à-dire de degré inférieur à $\frac{m}{4}$, équations qui elles-mêmes sont résolues à l'aide d'équations d'un degré inférieur à $\frac{m}{8}$, et ainsi de suite. La méthode appliquée

à un degré élevé conduit donc à une série d'opérations, dont les difficultés décroissent plus rapidement qu'une progression géométrique dont la raison est $\frac{1}{2}$. Ainsi la résolution d'une équation du septième degré suppose la résolution de deux équations du troisième ($P = o$, $Q = o$), et de deux équations du second ($P' = o$, $Q' = o$); les deux équations du troisième dépendent chacune de deux équations du premier.

L'approximation des racines, une fois qu'elles sont séparées, peut se faire, soit *par la corde,* soit *par la tangente,* en se servant de la courbe $y = f(x)$, qui représente le polynôme entier; la première méthode est celle de l'interpolation par parties proportionnelles, la seconde est la méthode de Newton : ce sont les plus usitées. On peut aussi dans certains cas employer l'*interpolation parabolique,* en remplaçant la courbe, soit par la parabole osculatrice en un point donné, soit par un arc parabolique passant par trois de ses points. Une dernière méthode d'interpolation mérite quelquefois la préférence: c'est l'*interpolation sinusoïdale,* dans laquelle on substitue à la courbe la sinusoïde qui la raccorde entre deux points consécutifs où la tangente est horizontale. En transportant provisoirement l'origine au milieu de la droite qui joint ces deux points, on trouve très-aisément l'équation de cette sinusoïde, et les calculs de l'interpolation sont facilités par l'emploi des tables de sinus.

La méthode qu'on vient d'exposer sera d'une application d'autant plus rapide qu'on saura résoudre un plus grand nombre d'équations de degrés inférieurs. Si, par exemple, on sait résoudre l'équation du troisième ou celle du quatrième degré, on n'aura pas à pousser plus loin la réduction et on pourra se servir des résultats acquis. L'équation du second degré est résolue par une formule générale dont l'emploi ne donne lieu à aucune difficulté. Pour le troisième degré, la formule algébrique qui en renferme la solution est sans application dans le cas où les trois racines sont réelles; on se sert alors des tables de sinus.

Remarquons qu'une table unique à quatre colonnes pourrait servir à résoudre à vue toutes les équations du troisième degré. En effet, soit $x^3 + px + q = o$, une telle équation, privée de second terme. Si l'on remplace x par hy, elle devient :

$$y^3 + \frac{p}{h^2} y + \frac{q}{h^3} = o$$

et en faisant $h^2 = p$, si p est positif,

$h^2 = -p$, si p est négatif,

et $\frac{q}{h^3} = q'$, elle est ramenée à la forme $y^3 \pm y = -q'$. Le cas où p est égal à o fait exception, mais l'équation a d'elle-même la forme $y^3 = -q$.

Si donc on dresse une table à simple entrée, donnant les valeurs de y^3, $y^3 - y$ et $y^3 + y$ en fonction de y, on trouvera dans cette table les valeurs de y qui rendent ces fonctions égales à un nombre donné, et l'équation sera résolue. Les racines imaginaires, s'il y en a, se déduisent aisément de la racine réelle; car si x' est la racine réelle, et $\alpha \pm \beta\sqrt{-1}$ les racines imaginaires, on a :

$$\alpha = -\frac{x'}{2} \quad \text{et} \quad \alpha^2 + \beta^2 = -\frac{q}{x'}.$$

Enfin il existe un tableau graphique qui peut servir à la résolution de toutes les équations du troisième degré. Considérons p et q comme les coordonnées rectangulaires d'un point, et x comme un paramètre susceptible de prendre toutes les valeurs. L'équation linéaire à deux variables

$$x^3 + p\,x + q = o$$

représente une série de droites, et ces droites enveloppent une courbe dont on obtiendra l'équation en éliminant x entre l'équation précédente et sa dérivée par rapport à x :

$$3\,x^2 + p = o$$

l'équation finale représente la développée d'une parabole. Les tangentes à cette courbe étant supposées toutes tracées, et portant chacune la valeur correspondante du paramètre x qui lui appartient, il suffira de placer sur l'épure le point qui a pour coordonnées les valeurs données des coefficients p et q, pour lire les valeurs du paramètre x, qui amènerait la droite mobile à passer par ce point : ce sont les racines cherchées (1).

L'équation du quatrième degré, mise sous la forme :

$$x^4 + p\,x^2 + q\,x + r = o$$

peut se résoudre à la manière des équations du second degré si $q = o$. Mais on peut aussi y appliquer le principe du tableau graphique qu'on vient de décrire. Changeons x en $h\,y$, et divisons par h^4. Il viendra

$$y^4 + \frac{p}{h^2}\,y^2 + \frac{q}{h^3}\,y + \frac{r}{h^4} = o,$$

et en faisant $h^2 = \pm p$ (le cas de $p = o$ étant excepté), on ramènera l'équation à la forme

$$y^4 \pm y^2 + q'\,y + r' = o.$$

(1) M. Lalanne a fait connaître cette méthode, et donné le tableau dont il est ici question, dans un mémoire *sur la Géométrie Anamorphique*.

Si $p = o$, l'équation aura la forme

$$y^4 + q' y + r' = o$$

Dans tous les cas, elle représente une série de droites dont les coordonnées seraient q' et r', y étant le paramètre qui distingue ces droites les unes des autres. Si donc on trace une fois pour toutes trois épures, contenant

La première, l'enveloppe des droites $y^4 + y^2 + q' y + r' = o$,

La seconde, l'enveloppe des droites $y^4 - y^2 + q' y + r' = o$,

La troisième, l'enveloppe des droites $y^4 + q' y + r' = o$,

on pourra, en opérant comme pour le troisième degré, trouver par une simple lecture, sur une des trois épures, les racines de l'équation proposée.

On évite ainsi la résolution géométrique des équations du troisième et du quatrième degré par l'intersection d'un cercle avec une courbe du second ordre, qui demande la construction d'une épure spéciale dans chaque cas particulier.

M. V. LIGUINE

Professeur à l'Université d'Odessa.

SUR LES SYSTÈMES ARTICULÉS A SIX TIGES

— Séance du 25 août 1875. —

1. — Parmi les divers systèmes de tiges articulés à liaison complète auxquels on a été amené dans ce dernier temps par la belle découverte de M. Peaucellier, ceux qui sont composés de 6 tiges paraissent jouer un rôle essentiel dans la théorie de ces appareils, car tous les autres en peuvent être déduits par voie d'addition, de suppression ou de combinaison, c'est-à-dire en ajoutant ou en supprimant un certain nombre de tiges à un système de 6 tiges ou en combinant convenablement entre eux des systèmes de ce genre. Pour distinguer ces systèmes, fondamentaux à ce point de vue, de tous les autres, je les nommerai *éléments articulés.*

La plupart des éléments proposés depuis la découverte de M. Peaucellier par ce dernier et par MM. Sylvester et Mannheim, semblent au premier abord présenter des différences essentielles et former des types distincts. Mais l'élément indiqué récemment par M. Mannheim pour décrire une anallagmatique du 4e ordre ; et quelques remarques géné-

rales que je vais exposer tout à l'heure, m'ont suggéré l'idée d'une combinaison de 6 tiges qui renferme tous les éléments connus comme simples cas particuliers et que l'on peut, pour cette raison, nommer *élément généralisé*. L'analyse de cette disposition, qui forme le principal objet de la présente note, ne me paraît pas, malgré sa simplicité, être dénuée d'intérêt, car elle met en évidence la liaison mutuelle des différents éléments proposés et fournit en même temps l'occasion à plusieurs observations nouvelles au sujet de ces derniers.

2. — Chaque élément articulé se compose nécessairement de 6 tiges et de 7 articulations, en comptant les points où sont réunies 3 tiges pour 2 articulations (1). Comme l'a déjà fait observer M. Sylvester (2), tous les éléments et systèmes articulés auxquels on a été conduit par la découverte de M. Peaucellier peuvent, en dernière analyse, être considérés comme des assemblages de *couples* de tiges ou de *dyades*, c'est-à-dire de systèmes de deux tiges réunies par une articulation, systèmes dont le compas ordinaire fournit un exemple très-connu ; et c'est en vertu de cette propriété que M. Sylvester avait même proposé de donner à ces éléments, ainsi qu'à leurs différentes combinaisons, le nom de *dyadismes*. En se plaçant à ce point de vue, on obtient pour les éléments en question le mode de génération général suivant :

Prenons une dyade ou un couple de tiges et imaginons que l'on rende fixe l'articulation de ce couple ; nommons cette articulation fixe le *point d'appui* (3), et les deux tiges qui y sont réunies, les *connecteurs*. Prenons ensuite un second couple et joignons au moyen de deux articulations ses deux tiges aux deux tiges du premier couple, en articulant les extrémités libres des tiges de l'un des deux couples aux extrémités libres ou à deux points quelconques des deux tiges de l'autre couple (4) ; nommons les deux tiges de ce nouveau couple les *premiers guides*, et l'articulation qui les réunit le *premier pôle* ; nous aurons formé ainsi un quadrilatère articulé qui a pour côtés les deux connecteurs et les deux premiers guides ou des parties déterminées de ces tiges et pour deux de ses sommets le point d'appui et le premier pôle.

(1) M. Sylvester, dans une lecture aussi belle que savante qu'il a faite l'année dernière à l'Institution royale de la Grande-Bretagne sur « la transformation du mouvement circulaire en mouvement rectiligne » (cette lecture a été publiée dans la *Revue scientifique*, 2e série, 4e année, pp. 490-498), a énoncé la règle suivante : pour qu'un système de tiges articulées, dont un point est fixe et un autre point décrit une ligne donnée, soit à liaison complète, il faut qu'il existe entre le nombre n de tiges et le nombre m d'articulations le rapport numérique $3n - 2m = 4$, en comptant chaque point où sont réunies k tiges pour $k - 1$ articulations. En vertu de cette règle, pour un élément de 6 tiges on a $m = 7$.

(2) V. sa lecture citée, *Revue scientifique*, 2e série, 4e année, p. 497.

(3) J'ai puisé la plupart des noms employés ici dans la lecture citée de M. Sylvester.

(4) Les différents cas qu'on a à considérer ici ne pouvant pas être réunis dans une même figure, le lecteur est prié de reproduire ces cas en dessin lui-même.

Prenons enfin un troisième couple et adaptons ses extrémités libres, au moyen d'articulations, à deux points de deux côtés différents et adjacents (¹) du quadrilatère mentionné ou de leurs prolongements ; donnons aux tiges de ce troisième couple et à l'articulation qui les joint les noms de *deuxièmes guides* et de *deuxième pôle ;* nous aurons formé par là un second quadrilatère articulé, ayant un sommet et un angle commun avec le premier, mais les droites qui forment les côtés de ce nouveau quadrilatère peuvent être différentes. Il est clair, en effet, que la jonction du troisième couple à l'assemblage des deux premiers peut s'effectuer de trois manières distinctes : les extrémités libres de ce troisième couple peuvent être jointes ou aux deux premiers guides, ou aux deux connecteurs, ou à un des premiers guides et au connecteur adjacent ; dans le premier cas, le second quadrilatère sera formé par les quatre guides, dont les deux premiers y figureront en entier ou en partie : dans le second, par les deux connecteurs ou leurs parties et les deux deuxièmes guides ; dans le troisième, par trois des quatre guides, l'un d'eux figurant en entier ou en partie, et l'un des connecteurs en entier ou en partie. Dans tous les cas, la réunion considérée de trois couples formera un élément à 6 tiges et à 7 articulations ; et on remarquera que cet élément est toujours composé de deux quadrilatères articulés. Nous dirons que l'élément est de la *première espèce* quand le mode de jonction du troisième couple rentre dans l'un des deux premiers des trois cas cités, et qu'il est de la *deuxième espèce* quand ce mode de jonction rentre dans le dernier cas. Une autre distinction qu'il est utile d'établir, dans le cas particulier, quand le troisième couple est adapté aux deux premiers guides, est relative à la position du point d'appui par rapport au second quadrilatère articulé ; selon que le point d'appui est situé à l'extérieur ou à l'intérieur de ce quadrilatère, l'élément sera dit *positif* ou *négatif.*

D'après ce qui vient d'être dit, parmi les 6 tiges de chaque élément, il y a à distinguer les deux connecteurs, les deux premiers guides et les deux deuxièmes guides, et parmi ses 7 articulations on distingue le point d'appui et les deux pôles. Les distances du point d'appui aux deux pôles seront dites les *bras* de l'élément. En considérant ces bras comme des rayons vecteurs partant d'une même origine fixe, le but de chaque élément consiste à établir une relation constante entre ces

(¹) Cette dernière restriction est inutile pour les éléments que je nomme plus loin de la *première espèce,* et qui, comme l'on verra, sont les seuls ayant de l'importance pour les applications, car elle y est remplie d'elle-même. Mais pour ceux de la *deuxième espèce* il y a lieu de la faire, car dans ces derniers, parmi les quatre modes possibles de jonction du troisième couple, il y a deux dispositions où les deux extrémités libres des deuxièmes guides s'articulent à deux côtés opposés du premier quadrilatère, et dans ces deux cas on obtient au lieu du second quadrilatère un pentagone articulé, ce qui compliquerait beaucoup les raisonnements.

rayons vecteurs, qui permette d'effectuer une certaine transformation sur les coordonnées polaires, de manière que l'un des pôles décrivant une ligne donnée, l'autre décrive une seconde ligne liée à la première par la loi de transformation qui convient à l'élément considéré.

3. — Si maintenant on compare l'élément général que nous venons d'obtenir par la voie de composition de trois couples de tiges, avec les éléments qui ont été proposés depuis la découverte de M. Peaucellier, on voit immédiatement que ces derniers ne sont tous que des variétés du premier, caractérisées par les deux propriétés particulières que voici : 1° ils sont tous de la première espèce ; 2° trois des 7 articulations de l'élément, le point d'appui et les deux pôles, restent constamment en ligne droite pendant un mouvement quelconque de l'instrument (¹).

D'autre part, si l'on examine attentivement les conditions qui doivent être remplies pour que le point d'appui et les deux pôles d'un élément de la première espèce restent constamment en ligne droite, on reconnaît qu'il suffit pour cela que, seulement dans une position considérée de l'appareil, les deux quadrilatères articulés, dont l'élément est toujours composé, soient tels que leurs trois sommets qui représentent le point d'appui et les deux pôles soient en ligne droite et les diagonales de chacun de ces quadrilatères se coupent à angle droit (²).

Cela posé, l'élément le plus général du genre de tous ceux qui ont été étudiés depuis la découverte de M. Peaucellier est le suivant.

Soit A N P N′ (fig. 28 et 29) un quadrilatère à côtés inégaux, mais tel que ses diagonales A P et N N′ soient à angle droit. Prenons sur les

(¹) Je ferai voir, à la fin de cette note, que l'extracteur binôme quadratique de M. Sylvester et l'élément pantographique, dans un cas particulier, peuvent être aussi employés comme éléments de la deuxième espèce, dont le point d'appui et les deux pôles restent aussi constamment en ligne droite, ce qui constitue une propriété très-curieuse de ces dispositions; mais il semble que cette seconde manière de s'en servir n'a pas été remarquée; du moins ces appareils ne furent employés qu'exclusivement comme des éléments de la première espèce.

(²) En effet, si cette double condition est remplie, c'est-à-dire si dans une position considérée de l'élément les deux quadrilatères articulés A N P N' et M P M' P_1 (fig 28 ou 29) ont deux diagonales A P, P_1 P coïncidant en position et en même temps N N' $\perp$ A P, M M' $\perp$ P_1 P, on voit, en premier lieu, que les diagonales N N', M M' resteront constamment parallèles entre elles pendant toute la durée d'un mouvement quelconque de l'instrument, car, ces diagonales étant parallèles dans la position considérée, on aura N M : M P = N' M' : M' P et les quatre termes de cette proportion restent constants pendant le mouvement. D'autre part, il est aisé de vérifier que, si pour la position considérée N N' $\perp$ A P, M M' $\perp$ P_1 P, cette perpendicularité des diagonales de chaque quadrilatère se conservera constamment pendant le déplacement; et comme N N' et M M' restent constamment parallèles, les diagonales A P, P_1 P qui doivent rester respectivement perpendiculaires à N N', M M' et qui ont toujours un point P commun, devront constamment coïncider; donc les trois points A, P_1, P qui sont les extrémités de ces diagonales, restent constamment en ligne droite.

côtés N P, N′ P, ou sur leurs prolongements deux points M, M′ de manière qu'ils se trouvent sur une même perpendiculaire à A P et joignons-les à un point quelconque P_1 de la diagonale A P. En considérant les lignes A N, A N′, P N ou P M, P N′ ou P M′, P_1 M, P_1 M′ comme des tiges et les points A, N, N′, M, M′, P, P_1 comme des articulations et en prenant le point A pour point d'appui et les points P, P_1 pour pôles, ou le point P pour point d'appui et les points A, P_1 pour pôles, selon que l'on veut articuler le troisième couple P_1 M, P_1 M′ aux deux premiers guides ou aux deux connecteurs, on aura formé un élément qui sera de la première espèce et dont le point d'appui et les deux pôles resteront, en vertu d'une condition énoncée plus haut, constamment en ligne droite. C'est à cet élément que je donnerai le nom d'élément généralisé ; et pour justifier cette dénomination il reste à faire voir que cette disposition contient réellement tous les éléments connus comme cas particuliers.

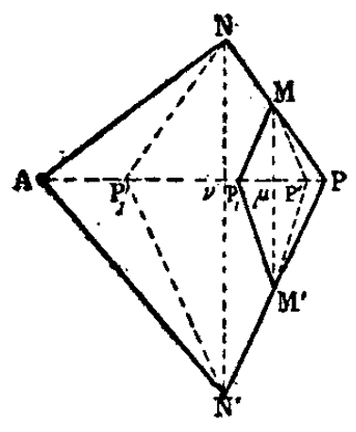


Fig. 28.

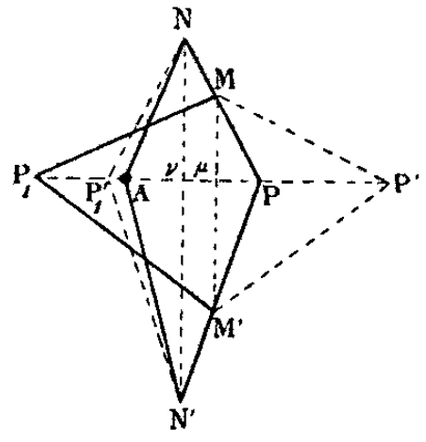


Fig. 29.

4. — Pour cela, je commencerai par établir la loi de la transformation effectuée par cet élément sur les bras ou rayons vecteurs. En prenant le point A pour point d'appui, les tiges A N = c, A N′ = c' pour connecteurs, les tiges P N = n ou P M = m_1, P N′ = n' ou P M′ = m_1' pour premiers guides et les tiges P_1 M = m, P_1 M′ = m' pour deuxièmes guides, et en désignant par p, p_1 les bras A P, A P_1, cette loi consiste en ce que, pendant toute la durée d'un mouvement quelconque de l'appareil, il existe entre les bras ou rayons vecteurs p, p_1, la relation :

$$\frac{p\left\{(p \mp p_1)^2 + m_1^2 - m^2\right\}}{(p \mp p_1\left\{p^2 - (c^2 - n^2)\right\}} = \frac{m_1}{n} \qquad (1)$$

ou il faut prendre les signes supérieurs quand l'élément est positif (fig. 28), et les signes inférieurs quand il est négatif (fig. 29). Il suffira de démontrer l'équation (1) pour le premier de ces deux cas ; la fig. 29 rendra parfaitement compte des modifications qu'on aura à introduire

dans la démonstration pour le second cas ; en outre, cette démonstration s'appliquera encore, et sans aucune modification, au cas où $m_1 > n$, cas opposé à celui des fig. 28 et 29.

Prenons dans la fig. 28 sur la diagonale A P deux points P′ et P_1' tels que μ et ν désignant respectivement les points d'intersection des diagonales M M′ et N N′ avec la diagonale A P, on ait $\mu P' = \mu P_1$, $\nu P_1' = \nu P$, et joignons M P′, N P_1'; on a alors évidemment, en nommant pour un instant A P′ $= p'$, A $P_1' = p_1'$:

$$p_1 = A\mu - \mu P_1,$$
$$p' = A\mu + \mu P_1,$$

et par conséquent

$$p_1 p' = \overline{A\mu}^2 - \overline{\mu P_1}^2 = (AP - \mu P)^2 - \overline{\mu P_1}^2 = \overline{AP}^2 + \overline{\mu P}^2 - \overline{\mu P_1}^2 - 2\,AP.\,\mu P,$$

ou $\quad p_1 p' = \overline{AP}^2 + \overline{MP}^2 - \overline{M\mu}^2 - \overline{MP_1}^2 + \overline{M\mu}^2 - 2\,AP.\,\mu P,$

ou bien
$$p_1 p' = p^2 + m_1^2 - m^2 - 2\,p.\,\mu P. \qquad (\alpha)$$

De même
$$p = A\nu + \nu P,$$
$$p_1' = A\nu - \nu P,$$

donc $\quad pp_1' = \overline{A\nu}^2 - \overline{\nu P}^2 = \overline{AN}^2 - \overline{N\nu}^2 - \overline{NP}^2 + \overline{N\nu}^2$

ou
$$pp_1' = c^2 - n^2. \qquad (\beta)$$

D'ailleurs

$$p' = A\mu + \mu P' = A\mu + A\mu - p_1 = 2\,A\mu - p_1 = 2\,(p - \mu P) - p_1,$$
$$p_1' = A\nu - \nu P_1' = A\nu - (p - A\nu) = 2\,A\nu - p = 2\,(p - \nu P) - p,$$

et comme les triangles semblables M μ P, N ν P fournissent la proportion

$$\nu P : \mu P = NP : MP = n : m_1,$$

il en suit que
$$p' = 2\,p - p_1 - 2\,\mu P,$$
$$p_1' = p - 2\,\frac{n}{m_1}\,\mu P.$$

En substituant ces valeurs de p', p_1' dans les égalités (α), (β), ces égalités deviennent

$$p_1\,(2\,p - p_1 - 2\,\mu P) = p^2 + m_1^2 - m^2 - 2\,p.\,\mu P,$$
$$p\,(p - 2\,\frac{n}{m_1}\,\mu P) = c^2 - n^2,$$

ou $$2\mu P(p - p_1) = p^2 + p_1^2 - 2pp_1 + m_1^2 - m^2,$$

$$2\mu P \frac{n}{m_1} p = p^2 - (c^2 - n^2),$$

et en divisant la première de ces équations par la seconde, on obtient la relation (1) prise avec les signes supérieurs.

Remarquons que la relation (1) est tout à fait indépendante des grandeurs des tiges A N′, P$_1$ M′, P N′, P M′, qui se trouve de l'autre côté de la diagonale commune A P, de manière qu'en changeant arbitrairement le lieu du point N′ sur la ligne N ν indéfiniment prolongée, on obtient tout un système d'éléments de différents paramètres et pour tous ces éléments la relation (1) reste identiquement la même.

5. — Je ferai voir maintenant comment les différents éléments connus se déduisent de l'élément généralisé et j'ajouterai à cette occasion quelques observations sur plusieurs propriétés de ces variétés.

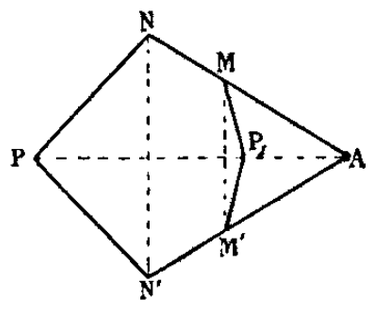


Fig. 30.

I. *Élément de M. Peaucellier généralisé, indiqué par M. Sylvester* (1) (fig. 30). Imaginons que dans la fig. 28 le point P soit rendu fixe au lieu du point A; alors les tiges P N, P N′ deviendront les connecteurs que nous désignons toujours par les lettres c, c', les tiges P N, P N′ deviendront les premiers guides que nous désignons par n, n' et les tiges P$_1$ M, P$_1$ M′ deviendront les deuxièmes guides, que nous désignons par m, m'; en nommant donc toujours par A le point d'appui actuel et par P, P$_1$ les deux pôles, c'est-à-dire en permutant les lettres A, P dans la fig. 28, avec ces notations et en prenant A M < A N, A M′ < A N′ et A N = A N′, A M = A M′, ce qui entraîne les égalités P N = P N′, P$_1$ M = P$_1$ M′, nous aurons l'élément représenté sur la fig. 30, et que M. Sylvester a nommé la forme généralisée de l'élément de M. Peaucellier. Pour avoir la relation que cet appareil établit entre les bras p = A P, p_1 = A P et pour conserver en même temps aux différentes lettres employées leurs significations une fois adoptées, il faut, en vertu de ce qui vient d'être dit sur les changements qu'on doit faire subir à l'élément de la fig. 28, pour passer à celui de la fig. 30, changer, en posant A M = A M′ = c_1, dans la relation générale (1), prise avec les signes supérieurs

$$p_1 \text{ en } p - p_1, \; c \text{ en } n, \; n \text{ en } c, \; m_1 \text{ en } c_1,$$

(1) V. *Rev. Scientif.*, p. 498. C'est précisément cet élément qui a servi de point de départ à l'intéressante communication que M. Saint-Loup avait faite dans la séance du 23 août, communication qui a été un exposé succinct de son mémoire intitulé : *Des systèmes articulés simples et multiples et de leurs applications*, et inséré dans les Mémoires de la Société d'Emulation du Doubs (1875, Besançon).

ce qui donnera pour l'élément actuel la relation

$$\frac{p(p_1^2+c_1^2-m^2)}{p_1(p^2+c^2-n^2).}=\frac{c_1}{c}. \qquad (2)$$

On n'a pas à considérer ici le cas des signes inférieurs de l'équation (1), car dans la disposition actuelle le point d'appui est le sommet commun des deux quadrilatères de l'élément et ne peut pas par conséquent se trouver dans l'intérieur de l'un d'eux.

Remarquons que la restriction A N = A N′, A M = A M′ imposée par M. Sylvester, présentant, il est vrai, l'avantage d'une disposition parfaitement symétrique, n'est cependant pas nécessaire; en l'omettant et en satisfaisant seulement aux conditions N N′ ⊥ A P, M M′ ⊥ A P, on obtient l'élément plus général représenté sur la fig. 31, qui satisfait pourtant à la même relation (2), vu que, d'après une remarque faite plus haut, la relation (1) ne dépend que des tiges situées d'un côté de la diagonale A P.

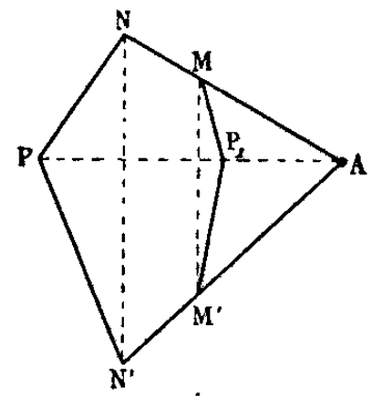


Fig. 31.

Observons encore que les éléments des fig. 30 et 31 peuvent servir à résoudre le même problème que M. Mannheim avait résolu au moyen de l'élément II, dont nous allons nous occuper tout à l'heure : en effet, il est aisé de vérifier, en éliminant p_1 entre la relation (2) et l'équation $p_1^2-\alpha p_1\cos\theta+\beta=0$ ou l'équation $p_1=\alpha\cos\theta$, α et β étant des constantes, que si le point P_1 décrit un cercle, le point P décrira une anallagmatique du troisième ou du quatrième ordre, selon que le cercle décrit par P_1 passe ou ne passe pas par le point fixe A.

Si dans l'élément de la fig. 30 ou dans celui de la fig. 31, on fixe le point P_1 au lieu du point A, les bras p, p_1 seront représentés par les segments P_1P, P_1A, et pour avoir dans ce cas la loi de transformation, on n'a évidemment qu'à changer dans l'équation (2) p en $p+p_1$, ce qui donne

$$\frac{(p+p_1)(p_1^2+c_1^2-m^2)}{p\{(p+p_1)^2+c^2-n^2\}}=\frac{c_1}{c}. \qquad (2')$$

II. *Élément proposé par M. Mannheim pour décrire une anallagmatique du quatrième ordre* (1) (fig. 32 et 33). On obtient cet élément de l'élément généralisé en y posant $n=m_1$; les fig. 28 et 29 prennent alors l'aspect plus simple des fig. 32 et 33 et la relation (1) devient

$$\frac{p(p_1^2+c^2-m^2)}{p_1(p^2+c^2-m_1^2)}=\pm 1, \qquad (3)$$

(1) Communication faite à la Société Mathématique de France, dans la séance du 9 décembre 1874.

où le signe + correspond à la forme positive (fig. 32), et le signe — à la forme négative (fig. 33).

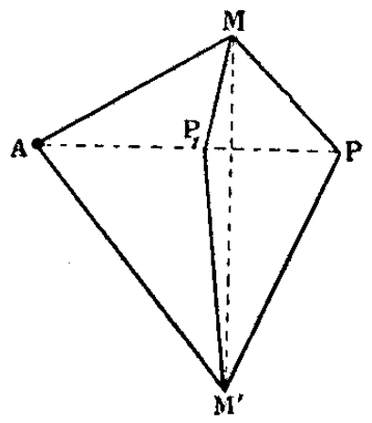


Fig. 32.

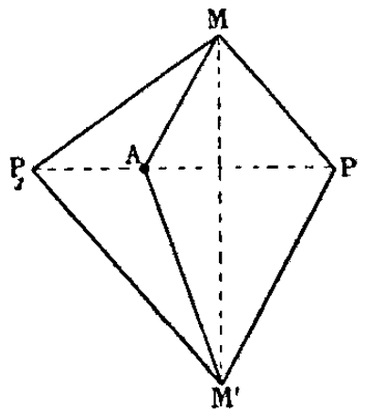


Fig. 33.

M. Mannheim a trouvé qu'en général, lorsque dans cet élément le point A est fixe et le pôle P_1 décrit une circonférence, l'autre pôle P décrit une anallagmatique du quatrième ordre. On peut ajouter que quand, en particulier, le point P_1 décrit une circonférence passant par le point fixe A, le point P décrit une anallagmatique du troisième ordre.

Si l'on fixe le point P_1 au lieu du point A, les nouveaux bras seront $p = P_1P$, $p_1 = P_1A$ et on aura la relation entre p, p_1 en changeant dans l'équation (3) p en $p + p_1$ dans le cas de la forme positive et en $p - p_1$ dans le cas de la forme négative, ce qui donne

$$\frac{p\,(p_1^2 + m^2 - c^2)}{p_1(p^2 + m^2 - m_1^2)} = \mp 1, \qquad (4)$$

le signe — se rapportant à la fig. 32, qui, après la fixation du point P_1 représente un élément négatif, et le signe + se rapportant à la fig. 33, qui représente actuellement un élément positif. D'après la relation (4), il est facile de s'assurer que lorsque le point A décrit une circonférence, le point P décrira une anallagmatique du troisième ou du quatrième ordre, selon que la circonférence décrite par A contient ou ne contient pas le point fixe P_1. On voit ainsi que l'élément de M. Mannheim, peut servir de deux manières différentes à la description d'une anallagmatique du troisième ou du quatrième ordre : on peut fixer A et faire décrire à P_1 une circonférence, ou bien on peut fixer P_1 et faire décrire à A une circonférence ; dans les deux cas le point P décrira l'anallagmatique demandée.

III. *Inverseur de M. Peaucellier* (1) (fig. 34 et 35). Dans ce cas,

(1) C'est la découverte de ce remarquable appareil qui a servi de point de départ aux recherches de tous les autres éléments connus. Cette découverte, qui a résolu pour la première fois d'une manière rigoureuse le fameux problème de la transformation d'un mouvement circulaire en un mouvement rectiligne, M. Peaucellier l'a énoncée depuis 1864 en forme de question dans les *Nouvelles Annales de Mathématiques*, et en a donné ensuite un exposé détaillé, en 1873, dans le même journal (2me série, T. XII, pp. 71-78).

$n = m_1 = m$ et l'équation fondamentale (1) donne la relation bien connue

$$pp_1 = \pm (c^2 - m^2), \tag{5}$$

où on prendra le signe + ou le signe —, selon que l'élément est positif (fig. 34), ou négatif (fig. 35).

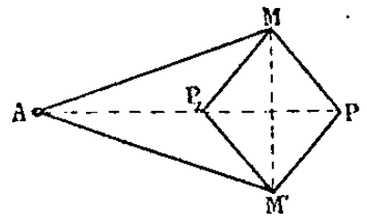


Fig. 34.

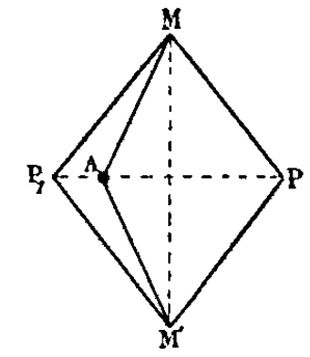


Fig. 35.

On remarquera que, d'après une observation faite plus haut sur la relation générale (1), on ne changerait en rien les propriétés de l'inverseur si, au lieu de faire tous les quatre côtés du quadrilatère P M P$_1$ M′ égaux entre eux, on ne les prenait qu'égaux deux à deux, de manière que P M = P$_1$ M, P M′ = P$_1$ M′, comme le montrent les fig. 36 et 37. Ainsi, dans l'inverseur, le *losange* n'est pas indispensable et ce n'est certainement que l'avantage de l'extrême simplicité qui l'a fait employer exclusivement.

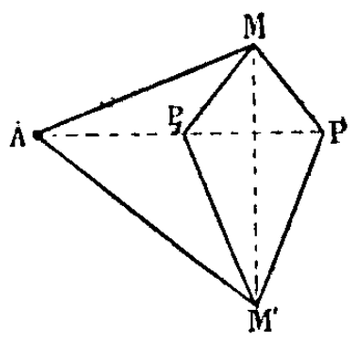


Fig. 36.

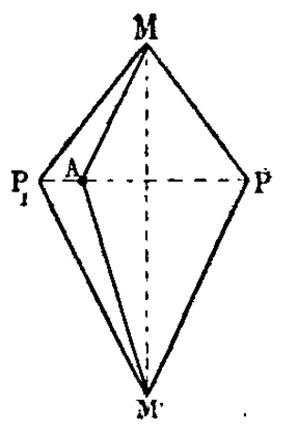


Fig. 37.

Si dans l'inverseur on fixe le point P$_1$ au lieu du point A, on aura un élément qui a servi à M. Sylvester pour décrire les cubiques nodales qui sont les inverses des sections coniques avec un sommet de la conique comme origine d'inversion (hypercissoïdes, hypocissoïdes et cissoïde ordinaire), et pour former en vertu de cette propriété un conicographe de 13 tiges (1). Dans ce cas, les bras de l'élément seront $p = P_1 P$, $p_1 = P_1 A$, et pour avoir la relation établie entre eux par l'appareil, on n'aura qu'à substituer dans l'équation (5) au lieu de p la

(1) V. *Rev. Scientif.*, p. 494. Ces cubiques nodales sont décrites par le point P lorsque le point A décrit une circonférence passant par le point fixe P$_1$.

somme $p + p_1$ ou la différence $p - p_1$, selon que l'élément primitif, dont A est le point d'appui, était positif ou négatif; on aura donc

$$pp_1 \pm p_1^2 = \pm (c^2 - m^2), \tag{6}$$

où l'on devra prendre simultanément les signes + ou les signes —, selon que, le point P_1 étant fixe, l'élément est négatif ou positif.

IV. *Élément de M. Sylvester* (1), qui lui a servi pour réaliser un système circulo-circulaire (c'est-à-dire une disposition pour transformer un mouvement circulaire en un autre mouvement circulaire) différent de celui de M. Peaucellier (fig. 38 et 39). On obtient cet élément en supposant $m = m_1$ et $n < m_1$ dans les figures 28 et 29 et dans l'équation (1), ce qui donne les figures 38 et 39, ou plus généralement les figures 40 et 41 et la relation :

$$(m - n)\, p^2 \pm n\, pp_1 = m\, (c^2 - n^2), \tag{7}$$

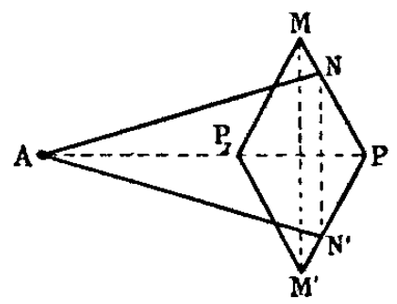


Fig. 38.

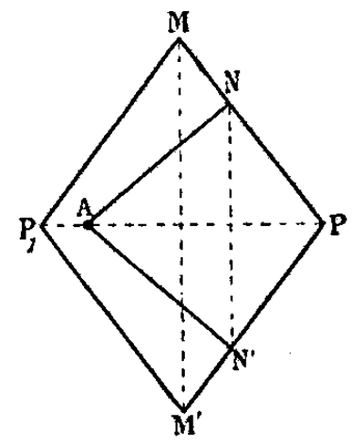


Fig. 39.

le signe + étant relatif à la forme positive (fig. 38 et 40) et le signe — à la forme négative (fig. 39 et 41).

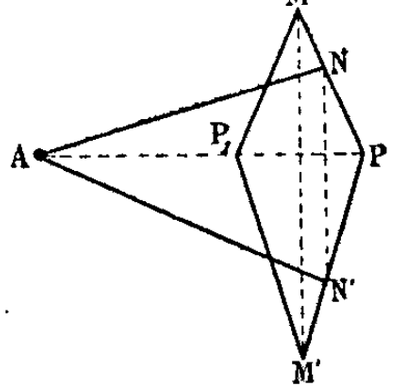


Fig. 40.

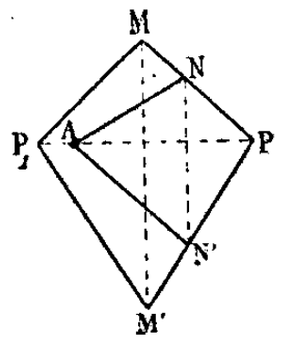


Fig. 41.

Lorsque dans cet élément le point P_1 décrit une circonférence qui ne passe pas par le point fixe A, le point P décrit une anallagmatique du quatrième ordre, de sorte que cette disposition peut aussi servir à la

(1) *Rev. scientif.*, p. 493, note.

description de ces dernières courbes. Mais si la circonférence décrite par P_1 passe par le point d'appui A, la courbe décrite par le point P se décompose en deux cercles, ce qui explique précisément comment l'élément actuel a pu servir à M. Sylvester pour la transformation d'un mouvement circulaire en un autre mouvement circulaire.

Si l'on fixe le point P_1 au lieu du point A, les bras deviendront $p_1 = P_1P$, $p_1 = P_1A$ et il faudra changer dans l'équation (7) p en $p + p_1$ quand on la prend avec le signe + et en $p - p_1$ quand on la prend avec le signe — ; on aura :

$$(m - n)\,p^2 + m_1^2 \pm (2m - n)\,pp_1 = m\,(c^2 - n^2)\,; \qquad (8)$$

et on choisira le signe + ou le signe —, selon que, le point P_1 étant fixe, le nouvel élément sera négatif ou positif.

V. *Extracteur binôme quadratique de M. Sylvester* (1) (fig. 42). Dans l'élément généralisé, figure 28 ou 29, fixons le point P_1 au lieu du point A ; les bras deviendront $p = P_1P$, $p_1 = P_1A$ et il faudra substituer dans la formule (1) au lieu de p la somme $p + p_1$ quand on prend cette formule avec les signes supérieurs et la différence $p - p_1$ quand on la prend avec les signes inférieurs ; on aura ainsi :

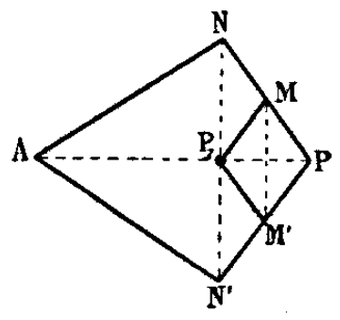


Fig. 42.

$$\frac{(p \pm p_1)\,(p^2 + m_1^2 - m^2)}{p\,\{(p \pm p_1)^2 - (c^2 - n^2)\}} = \frac{m_1}{n}. \qquad (9)$$

Faisons maintenant $m_1 = m$, $n = 2m$; cette hypothèse conduit à l'élément de la figure 42, qui n'est autre chose que l'extracteur binôme quadratique de M. Sylvester, ou plus généralement à l'élément de la figure 43 ; la relation (9) devient :

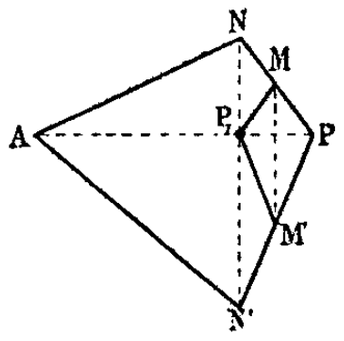


Fig. 43.

$$p_1^2 - p^2 = c^2 - 4m^2. \qquad (10)$$

Les doubles signes ont disparu, et il n'y a plus lieu de distinguer la forme positive et la forme négative. La relation (10) fait voir que, quand l'un des bras est égal à $\sqrt{x^2 + K}$, K étant une constante, l'autre bras est égal à x, ce qui explique le nom de l'élément. En outre, cet appareil a servi à M. Sylvester pour tracer les lemnicastoïdes en général au moyen de 7 tiges, et à

(1) *Revue scientif.*, p. 495.

M. Henrici pour tracer la lemnicaste ordinaire au moyen de 5 tiges seulement (¹).

Si l'on fixe le point A au lieu du point P_1, il faudra changer dans l'équation (10) p en $p - p_1$ ou $p + p_1$ et l'on aura :

$$p^2 \mp 2pp_1 = 4m^2 - c^2 \qquad (11)$$

Or, la même relation s'obtiendrait de l'équation (7) en y posant $n = 2m$; l'élément auquel on est conduit en fixant le point P_1 dans les figures 42 ou 43 n'est donc qu'un cas particulier de l'élément IV, et, en se rappelant ce qui a été dit sur la description des anallagmatiques du 4e ordre au moyen de ce dernier appareil, on voit que l'extracteur binôme quadratique peut aussi servir à la description de ces courbes, si l'on y fixe le point A au lieu du point P_1.

VI. *Élément pantographique* (²) (fig. 44 et 45). Posons dans notre élément généralisé $m_1 = m$, $n = c$; les figures 28 et 29 seront devenues les figures 44 et 45, où A N P N_1, P_1 M P M′ représentent deux losanges, ou, plus généralement, les figures 46 et 47, et l'équation (1) sera transformée en :

$$\frac{p}{p_1} = \pm \frac{c}{c - m}, \qquad (12)$$

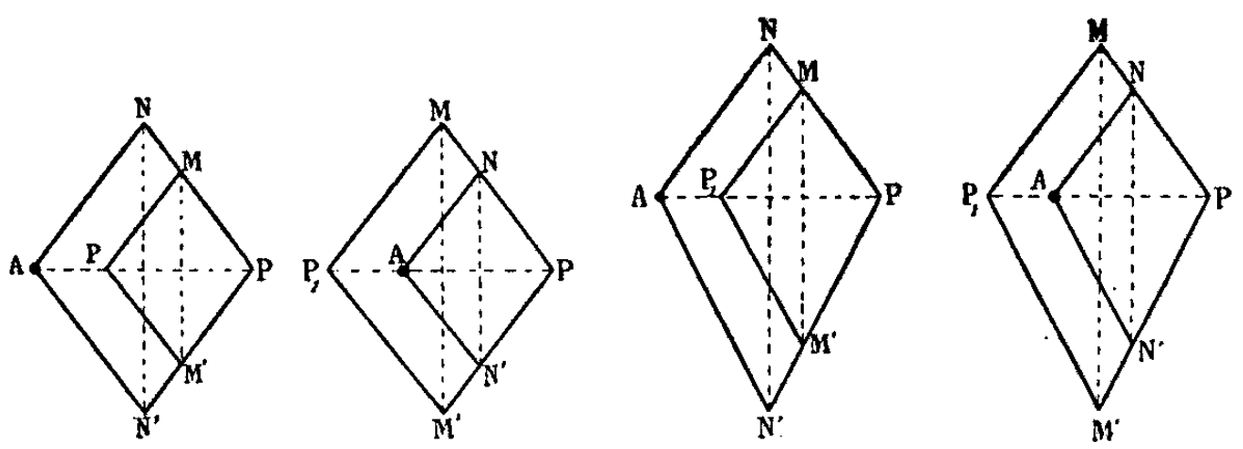


Fig. 44. Fig. 45. Fig. 46. Fig. 47.

le signe + correspondant à la forme positive (fig. 44 et 46) et le signe — à la forme négative (fig. 45 et 47). On voit par l'équation (12) que l'élément considéré transforme une figure donnée en une autre figure qui lui est semblable, ce qui justifie le nom de l'appareil.

Si dans l'élément pantographique on fixe le point P_1 au lieu du point A, il faudra changer p en $p + p_1$ ou en $p - p_1$ dans l'équation (12), selon qu'on la prend avec le signe + ou le signe — ; le nouvel élément effectuera donc la transformation :

$$\frac{p}{p_1} = \pm \frac{m}{c - m} \qquad (13)$$

(¹) *Revue scientif.*, pp. 493 et 495.
(²) *Ibid.*, p. 492.

et sera par conséquent aussi un élément pantographique, mais d'un module différent de celui de l'élément primitif.

En résumé, on voit donc que tous les différents éléments connus que nous venons de passer en revue ne sont en effet que des cas particuliers de l'élément généralisé.

6. — Mais, comme il a été déjà dit plus haut, tous ces éléments connus sont de la première espèce, c'est-à-dire que dans tous ces appareils les deuxièmes guides sont toujours adaptés par leurs extrémités libres ou aux deux connecteurs ou aux deux premiers guides. Après avoir examiné ces appareils, il est donc naturel de se demander si on ne pourrait pas obtenir d'autres dispositions nouvelles et utiles parmi les éléments de la deuxième espèce, où les extrémités libres du troisième couple s'appuient sur un connecteur et un guide adjacents, ou si peut-être cette seconde solution du problème est stérile. C'est par l'analyse de cette question que je finirai ce travail.

7. — En se bornant au même degré de simplicité que pour le cas des éléments de la première espèce, il n'y a lieu de considérer que les éléments de la deuxième espèce, qui jouissent de la propriété que leur point d'appui et leurs deux pôles restent constamment en ligne droite.

Nous avons vu que dans les éléments de la première espèce il suffit, pour que cette dernière hypothèse soit remplie, que dans une position de l'appareil les deux quadrilatères qui le composent aient, chacun, leurs deux diagonales à angle droit et qu'en même temps le point d'appui et les deux pôles se trouvent sur une même ligne droite. Or, en appliquant cette double condition aux éléments de la deuxième espèce, on s'assure qu'elle n'est plus suffisante. Dans ce cas les deux conditions énoncées entraînent nécessairement une troisième: c'est que dans la position considérée de l'instrument un sommet P_1 (fig. 48) de l'un des quadrilatères se trouve à l'intersection des diagonales de l'autre ; et comme, d'après ce qui a été dit plus haut sur les éléments de la première espèce, les trois points N, P_1, N′ restent constamment en ligne droite, on voit que, pour que dans un élément de la deuxième espèce le point d'appui A et les deux pôles P_1, P restent constamment en ligne droite, il faut que la coïncidence du sommet P_1 du quadrilatère M N M′ P_1 avec l'intersection des diagonales du second quadrilatère A N P N′ ait lieu constamment pendant le mouvement. Mais pour qu'il en soit ainsi, les diagonales A P et M M′ restant constamment parallèles entre elles, puisqu'on a constamment A M : M N = P M′ : M′ N, ou A M, M N,

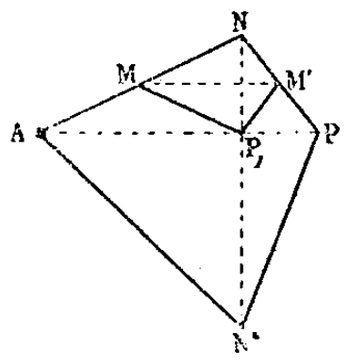


Fig. 48.

P M′, M′ N sont des longueurs invariables, il faudrait que les segments μN, μP_1 de la diagonale N P_1 du quadrilatère M N M′ P_1 conservent un rapport constant pendant le mouvement, et il est facile de s'assurer qu'en nommant $MN = m$, $NM' = m_1$, $MP_1 = m'$, $M'P_1 = m_1'$, $AN = c$, $NP = n$, ceci n'aura lieu que dans le cas particulier quand $m = m'$, $m_1 = m_1'$ (1), ce qui exige que $c = 2m$, $n = 2m_1$. Donc, pour que dans un élément de la deuxième espèce le point d'appui et les deux pôles restent constamment en ligne droite, il faut que, dans une position de l'instrument, les diagonales du quadrilatère formé par les connecteurs et les deux premiers guides soient à angle droit; un sommet du second quadrilatère se trouve à l'intersection de ces diagonales et en outre les côtés du second quadrilatère partant de ce sommet s'articulent à l'un des connecteurs et à l'un des premiers guides aux points-milieux de ce connecteur et de ce guide.

Cela posé, on voit que l'élément le plus général de la deuxième espèce que l'on puisse former dans l'hypothèse que trois de ses articulations, le point d'appui et les pôles, restent constamment en ligne droite,

(1) En effet, en désignant les segments μN, μP_1 respectivement par x, y, la fig. 48 nous donne les relations

$$\overline{M\mu}^2 = m^2 - x^2, \quad \overline{M\mu}^2 = m'^2 - y^2,$$
$$\overline{M'\mu}^2 = m_1^2 - x^2, \quad \overline{M'\mu}^2 = m_1'^2 - y^2,$$

d'où

$$m^2 - x^2 = m'^2 - y^2,$$
$$m_1^2 - x^2 = m_1'^2 - y^2.$$

En ajoutant ces deux égalités membre à membre, on a

$$m^2 + m_1^2 - 2x^2 = m'^2 + m_1'^2 - 2y^2,$$

ou

$$m^2 - m'^2 - 2x^2 = m_1'^2 - m_1^2 - 2y^2. \qquad (\alpha)$$

Mais le quadrilatère M N M′ P_1 ayant ses diagonales perpendiculaires, on a, en vertu d'une propriété facile à démontrer de ces figures

$$m^2 + m_1'^2 = m'^2 + m_1^2,$$

ou

$$m^2 - m'^2 = m_1^2 - m_1'^2.$$

Par conséquent, si l'on pose

$$m^2 - m'^2 = m_1^2 - m_1'^2 = k,$$

k désignant une constante, l'équation (α) peut être écrite

$$k - 2x^2 = -k - 2y^2,$$

ou

$$x^2 - y^2 = k,$$

ou

$$\frac{x^2}{y^2} - 1 = \frac{k}{y^2}. \qquad (\beta)$$

Cette égalité fait voir que, pour que le rapport $\frac{x}{y}$ reste constant, il faut ou que le rapport $\frac{k}{y^2}$ et par suite y lui-même reste constant, ou bien que $k = 0$; la première hypothèse est inadmissible et la seconde donne les conditions $m = m'$, $m_1 = m_1'$.

s'obtient de la manière suivante. On prend un quadrilatère A N P N′ (fig. 49) dont les diagonales sont à angle droit et on joint le point d'intersection P_1 de ces diagonales aux milieux M, M′ de deux côtés adjacents A N, N P du quadrilatère A N P N′ ; si l'on considère alors le point A comme point d'appui et les six droites $P_1 M = m$, $P_1 M' = m_1$, $A N = c = 2m$, $A N' = c'$, $P N' = n = 2m_1$, $P N' = n'$ comme des tiges articulées en A, M, N, M′, P, N′, P_1, la fig. 49 représentera l'élément demandé ; les points P_1 P en seront les pôles et les segments $A P = p$, $A P_1 = p_1$ — les bras.

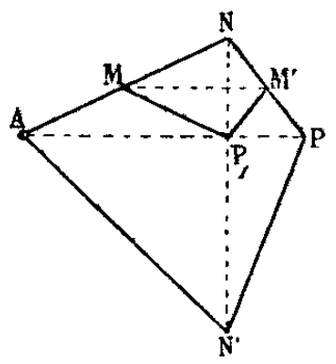


Fig. 49.

La loi de transformation établie par cet élément s'obtient très-facilement. Des triangles rectangles $A P_1 N$, $N P_1 P$ on tire respectivement

$$p_1^2 = c^2 - \overline{N P_1}^2$$
$$(p - p_1)^2 = n^2 - \overline{N P_1}^2,$$

et, en retranchant la première de ces égalités de la seconde, on a

$$2pp_1 - p^2 = c^2 - n^2 = 4(m^2 - m_1^2), \qquad (14)$$

vu que $c = 2m$, $n = 2m_1$. — Si l'on fixe le point P_1 au lieu du point A, les bras deviendront $P_1 P = p$, $P_1 A = p_1$ et il faudra changer dans la relation (14) p en $p + p_1$, ce qui donne

$$p_1^2 - p^2 = c^2 - n^2 = 4(m^2 - m_1^2). \qquad (15)$$

8. — Maintenant, si l'on compare la fig. 49 avec la fig. 43, on voit immédiatement que l'appareil de la première figure n'est autre chose que celui de la seconde lorsque dans ce dernier on fixe le point N au lieu du point P_1 ; c'est-à-dire que l'élément généralisé de la deuxième espèce est un extracteur binôme quadratique sous sa forme générale avec un point d'appui différent. Et il s'en suit encore que l'extracteur binôme quadratique jouit de cette remarquable propriété qu'en se bornant toujours à la restriction que le point d'appui et les deux pôles doivent constamment rester en ligne droite, cet appareil peut servir en même temps d'élément de la première et d'élément de la deuxième espèce, selon que l'on y fixe le point P_1 ou le point N (fig. 43). On voit de plus que, ayant fixé le point P_1 on peut se servir de l'élément de la fig. 43 de deux manières différentes comme d'un véritable extracteur binôme quadratique, c'est-à-dire comme d'un appareil qui transforme $\sqrt{x^2 + K}$ en x, K désignant une constante : en prenant dans la fig. 43 pour bras les segments $P_1 P = p$, $P_1 A = p_1$, ou en y prenant pour bras les seg-

ments $P_1 N' = p'$, $P_1 N = p_1'$; en effet, dans le premier cas l'élément établit entre p, p_1 la relation (10) et dans le second cas il établit entre p', p_1' la relation (15), et ces deux relations sont équivalentes à la constante près. Il fallait s'y attendre, car les bras $p = A P$, $p_1 = A P_1$, $p' = P_1 N'$, $p_1' = P_1 N$ sont liés par les équations (fig. 43)

$$p_1^2 = c^2 - p'^2,$$
$$p^2 = 4 m'^2 - p'^2,$$

et si l'on substitue ces valeurs de p_1^2, p^2 dans l'équation (10), on obtient une relation de la même forme $p_1^2 - p^2 = \text{const.}$

Lorsque $m = m_1$ dans l'élément de la fig. 49, on rentre dans le cas de la fig. 42 ; la formule (14) devient

$$\frac{p}{p} = 2 ; \qquad (16)$$

on obtient donc dans cette hypothèse un élément pantographique spécial jouissant de la propriété de doubler les rayons vecteurs. Si, dans la même hypothèse $m = m_1$, on fixait dans la fig. 49 le point P_1 au lieu du point A, l'appareil deviendrait l'extracteur binôme quadratique de M. Sylvester représenté sur la fig. 42 ; ceci prouve que l'élément de la fig. 42 peut servir en même temps d'extracteur binôme quadratique et d'élément pantographique doublant les rayons vecteurs, selon que l'on y fixe le point P_1 et que l'on prend pour bras les segments $P_1 P$ et $P_1 A$, ou que l'on fixe le point N et que l'on prend pour bras les segments $N P_1$, $N N'$.

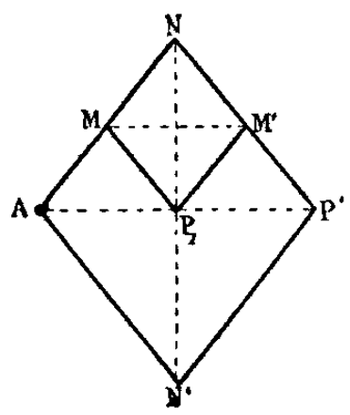


Fig. 50.

Enfin, lorsque le quadrilatère A N P N′ de la fig. 49 est un losange, le second quadrilatère M N M′ P_1 le sera aussi et, le point A étant considéré comme fixe, on aura un élément pantographique caractérisé par la même relation (16). Ceci fait voir que l'élément pantographique (fig. 44 et 46) qui, comme on sait, est en général de la première espèce, peut, dans un cas particulier, être employé aussi comme élément de la deuxième espèce ; ce cas est celui de la fig. 50, où A N P N′, M N M′ P_1 représentent deux losanges.

Ainsi l'analyse des éléments de la deuxième espèce ne nous fournit aucun nouvel appareil ; ce qui prouve qu'autant qu'on se borne à cette classe simple d'éléments, dont le point d'appui et les deux pôles sont assujettis à rester constamment en ligne droite, de nouvelles dispositions ne peuvent être cherchées que parmi les éléments de la première espèce.

M. PICQUET

Capitaine du génie, Répétiteur à l'École polytechnique.

SUR UNE PROPRIÉTÉ DU DISCRIMINANT DES FORMES QUADRATIQUES

— Séance du 25 août 1875. —

1. — La discussion de l'équation du troisième degré, de laquelle dépend la détermination des points communs à deux coniques, apprend que, lorsque ces quatre points sont imaginaires, les trois racines de l'équation sont réelles. L'équation du troisième degré, de laquelle dépend la détermination des axes d'une surface du second degré, n'est qu'un cas particulier de la précédente, celui où, l'une des coniques étant un cercle imaginaire, les quatre points communs le sont aussi nécessairement. On peut donc se demander si les méthodes de démonstration qui servent à prouver la réalité des racines de cette dernière équation ne peuvent pas s'appliquer à des cas plus généraux. Il est facile de voir que la méthode de Cauchy s'applique exactement au cas où l'une des courbes est une conique quelconque imaginaire.

Soient en effet

$$a\,x^2 + 2\,h\,x\,y + b\,y^2 + 2\,g\,x + 2\,f\,y + c = 0$$

l'équation de l'une des courbes, et

$$a'\,x^2 + 2\,h'\,x\,y + b'\,y^2 + 2\,g'\,x + 2\,f'\,x + c' = 0$$

celle de la seconde, que nous supposerons imaginaire, et pour laquelle on aura, par suite

$$a'\,b' - h'^2 > 0 \qquad \text{et} \qquad a'\,\Delta' > 0$$

avec

$$\Delta' = \begin{vmatrix} a' & h' & g' \\ h' & b' & f' \\ g' & f' & c' \end{vmatrix}$$

L'équation du troisième degré en λ peut alors s'écrire :

$$\mathrm{F}(\lambda) = \begin{vmatrix} a+\lambda a' & h+\lambda h' & g+\lambda g' \\ h+\lambda h' & b+\lambda b' & f+\lambda f' \\ g+\lambda g' & f+\lambda f' & c+\lambda c' \end{vmatrix} = \mathrm{A\,B\,C} + 2\,\mathrm{F\,G\,H} - \mathrm{A\,F^2} - \mathrm{B\,G^2} - \mathrm{C\,H^2} = 0$$

en posant $a + \lambda a' = A$, $b + \lambda b' = B$, etc....

ou bien $C(AB - H^2) - (AF^2 - 2FGH + BG^2) = 0$

L'équation

$$AB - H^2 = \varphi(\lambda) = (a + \lambda a')(b + \lambda b') - (h + \lambda h')^2 = 0$$

a ses deux racines réelles, car si l'on y fait les substitutions

$$-\infty \qquad -\frac{a}{a'} \qquad -\frac{c}{c'} \qquad +\infty$$

on obtient pour les signes de ces substitutions

le signe de $a'b' - h'^2$ — — le signe de $a'b' - h'^2$

ou bien, en vertu de l'hypothèse $a'b' - h'^2 > 0$

$$+ \qquad - \qquad - \qquad +$$

Il y a donc une racine α entre $-\infty$ et la plus petite des valeurs $-\frac{a}{a'}, -\frac{c}{c'}$, et une racine β entre la plus grande et $+\infty$.

Cela posé, substituons dans $F(\lambda)$

$$-\infty \qquad \alpha \qquad \beta \qquad +\infty$$

Nous aurons pour les signes de ces substitutions, en remarquant que le coefficient de λ^3 est précisément Δ', 1° pour $-\infty$, le signe de $-\Delta'$; et pour $+\infty$, le signe de Δ'; 2° pour α et β, $AB - H^2$ est nul; $F(\lambda)$ se réduit donc à $-(AF^2 - 2FGH + BG^2)$, ou en y remplaçant B par $\frac{H^2}{A}$ puisque $AB - H^2 = 0$, à $-\frac{1}{A}(AF - GH)^2$; ce sera donc A qui déterminera le signe de la substitution et l'on aura le tableau suivant :

le signe de $-\Delta'$ le signe de $-(a + \alpha a')$ le signe de $-(a + \beta a')$ le signe de Δ'.

Il y a maintenant deux hypothèses à faire : 1° $\Delta' > 0$, alors en vertu de l'hypothèse $a'\Delta' > 0$, on aura $a' > 0$. D'ailleurs α étant la plus petite des racines de $\varphi(\lambda)$, on a $\alpha < -\frac{a}{a'}$: puisque $a' > 0$, on peut multiplier par a' sans changer le sens de l'inégalité, on a donc, en faisant tout passer dans le premier membre, $a + \alpha a' < 0$; on a de même $\beta > -\frac{a}{a'}$ d'où $a + \beta a' > 0$, les substitutions ont donc les signes

$$- \qquad + \qquad - \qquad +$$

et les racines sont séparées. 2° $\Delta' < 0$, alors $a' < 0$, et comme $\alpha < -\frac{a}{a'}$, on en tire $a + \alpha a' > 0$, de même $a + \beta a' < 0$ et les signes des substitutions deviennent

$$+ \qquad - \qquad + \qquad -$$

les racines sont encore séparées.

2. — Cette démonstration s'appuie sur ce que le résultat de la substitution des racines de $\varphi(\lambda) = 0$ dans $F(\lambda)$ donne, à un facteur près, un carré parfait. $\varphi(\lambda) = AB - H^2$ est le discriminant de la fonction

$$A x^2 + 2Hxy + By^2$$

$F(\lambda)$ est le discriminant de la fonction à une variable de plus

$$A x^2 + B y^2 + C z^2 + 2F yz + 2G zx + 2H xy.$$

Cette propriété est générale et s'applique au cas d'un nombre quelconque de variables. Avant de le faire voir, nous la démontrerons pour le cas de quatre variables, et nous verrons quelles sont les conséquences géométriques qui s'en déduisent.

Supposons pour cela que, dans une fonction homogène du second degré à quatre variables,

$$U = a x^2 + b y^2 + c z^2 + d v^2 + 2 f yz + 2 g zx + 2 h xy + 2 p xv + 2 q yv + 2 r zv$$

on ait remplacé les coefficients a, b, c.... par $a + \lambda a'$, $b + \lambda b'$, $c + \lambda c'$,.... soient A, B, C,... les nouveaux coefficients; on aura, pour le discriminant de la fonction, une fonction du quatrième degré.

$$F(\lambda) = \begin{vmatrix} A & H & G & P \\ H & B & F & Q \\ G & F & C & R \\ P & Q & R & D \end{vmatrix} \qquad \text{avec } \varphi(\lambda) = \begin{vmatrix} A & H & G \\ H & B & F \\ G & F & C \end{vmatrix}$$

$\varphi(\lambda)$ étant le discriminant de la fonction à trois variables obtenue en faisant $v = 0$ dans U.

$F(\lambda)$, développée par rapport à la dernière colonne, devient

$$-P \begin{vmatrix} H & B & F \\ G & F & C \\ P & Q & R \end{vmatrix} + Q \begin{vmatrix} A & H & G \\ G & F & C \\ P & Q & R \end{vmatrix} - R \begin{vmatrix} A & H & G \\ H & B & F \\ P & Q & R \end{vmatrix} + D\,\varphi(\lambda)$$

Si l'on y remplace λ par une des racines de $\varphi(\lambda)$, le dernier terme s'annule, et il vient en ordonnant par rapport à P, Q, R

$$-P^2(BC - F^2) - Q^2(AC - G^2) - R^2(AB - H^2) + 2QR(AF - GH) + 2RP(BG - FH) + 2PQ(HC - GF)$$

Mais, pour cette valeur de λ, on a

$$(AF - GH)^2 - (AC - G^2)(AB - H^2) = -A\varphi(\lambda) = 0$$
$$(BG - FH)^2 - (AB - H^2)(BC - F^2) = -B\varphi(\lambda) = 0$$
$$(HC - GF)^2 - (BC - F^2)(AC - G^2) = -C\varphi(\lambda) = 0$$

La substitution rend donc F (λ) un carré parfait à un facteur près, et l'on a pour cette valeur de λ

$$F(\lambda) = -\frac{1}{AB - H^2}\left[P(BG - FH) + Q(AF - GH) - R(AB - H^2)\right]^2$$

ce qui peut se vérifier directement, en remarquant que l'on a aussi

$$(BG - FH)(AF - GH) + (AB - H^2)(HC - GF) = H\varphi(\lambda) = 0.$$

Le théorème est donc démontré. Comme conséquence, on voit que le signe de la substitution sera celui de $H^2 - AB$; mais $\varphi(\lambda) = 0$ est précisément l'équation du troisième degré de laquelle dépend la détermination des points communs aux deux coniques obtenues en égalant à zéro U et U′ après y avoir fait $v = 0$, et la théorie de cette équation apprend qu'il y a toujours un nombre impair (1 ou 3) de ses racines qui rendent $H^2 - AB$ positif, il y aura donc toujours un nombre impair (1 ou 3) des racines de φ (λ) qui rendront F (λ) positif. La traduction géométrique de ce fait est la suivante : les racines de $\varphi(\lambda) = 0$ sont les valeurs de λ, qui, substituées dans $U + \lambda U' = 0$, font que cette surface du second degré est tangente au plan $v = 0$ s'il s'agit de coordonnées homogènes, ou est un paraboloïde si l'on a pris les coordonnées de Descartes; mais, dans l'un et l'autre cas, si le discriminant de $U + \lambda U'$ est positif, c'est que la surface est à génératrices rectilignes réelles. L'on voit donc que :

Sur les trois surfaces du second degré d'un faisceau qui sont tangentes à un plan donné, il y en a toujours une ou trois à génératrices rectilignes réelles.

En particulier

Parmi les trois paraboloïdes d'un faisceau, il y en a toujours un ou trois qui sont hyperboliques.

C'est ce que la géométrie fait voir immédiatement, car si l'on coupe le faisceau par le plan donné, on obtient un faisceau-plan de coniques renfermant trois systèmes de deux droites qui correspondent aux trois surfaces cherchées. Or, parmi ces trois systèmes, il y en a toujours un ou trois de réels.

3. — Nous allons maintenant étendre la propriété du discriminant des formes quadratiques à trois et quatre variables, au cas d'un nombre quelconque de variables.

THÉORÈME. — *Si, dans une forme quadratique à* n *variables,*

$$U \equiv a_1 x_1^2 + a_2 x_2^2 + \ldots + a_n x_n^2 + 2 b_{1,2} x_1 x_2 + 2 b_{1,3} x_1 x_3 + \ldots + 2 b_{n-1,n} x_{n-1} x_n$$

on remplace les coefficients $a_1, a_2, \ldots b_{1,2}, b_{1,3}, \ldots$ *par* $a_1 + \lambda a_1', a_2 + \lambda a_2', \ldots b_{1,2} + \lambda b'_{1,2}, b_{1,3} + \lambda b'_{1,3}, \ldots$ *de façon à obtenir une nouvelle forme*

$$U + \lambda U' \equiv A_1 x_1^2 + A_2 x_2^2 + \ldots + A_n x_n^2 + 2 B_{1,2} x_1 x_2 + 2 B_{1,3} x_1 x_3 + \ldots + 2 B_{n-1,n} x_{n-1} x_n$$

Si l'on considère en outre le discriminant $F(\lambda)$ *de* $U + \lambda U'$ *et le discriminant* $\varphi(\lambda)$ *de la forme à une variable de moins obtenue en faisant* $x_n = 0$ *dans* $U + \lambda U'$, *le résultat de la substitution d'une racine de* $\varphi(\lambda) = 0$ *dans* $F(\lambda)$ *est, à un facteur près, un carré parfait.*

On a en effet :

$$\frac{1}{2}\frac{d}{dx_1}(U + \lambda U') \equiv A_1 x_1 + B_{1,2} x_2 + B_{1,3} x_3 + \ldots + B_{1,n} x_n$$

$$\frac{1}{2}\frac{d}{dx}(U + \lambda U') \equiv B_{1,2} x_1 + A_2 x_2 + B_{2,3} x_3 + \ldots + B_{2,n} x_n$$

$$\vdots$$

$$\frac{1}{2}\frac{d}{dx_n}(U + \lambda U') \equiv B_{1,n} x_1 + B_{2,n} x_2 + B_{3,n} x_3 + \ldots + B_{n-1,n} x_{n-1} + A_n x_n$$

d'où

$$F(\lambda) \equiv \begin{vmatrix} A_1 & B_{1,2} & B_{1,3} & \ldots\ldots\ldots & B_{1,n} \\ B_{1,2} & A_2 & B_{2,3} & \ldots\ldots\ldots & B_{2,n} \\ \vdots & & & & \\ B_{1,n} & B_{2,n} & B_{3,n} & \ldots & B_{n-1,n} & A_n \end{vmatrix}$$

Ce déterminant développé est du second degré par rapport aux coefficients $B_{1,n}, B_{2,n}, \ldots B_{n-1,n}$, qui figurent seulement dans la dernière rangée et dans la dernière colonne et renferme en outre un terme en A_n dont le coefficient est précisément le discriminant $\varphi(\lambda)$. On a donc :

$$F(\lambda) \equiv \delta_1 B^2_{1,n} + \delta_2 B^2_{2,n} + \ldots + \delta_{n-1} B^2_{n-1,n} + 2\delta_{1,2} B_{1,n} B_{2,n} + 2\delta_{1,3} B_{1,n} B_{3,n} + \ldots + 2\delta_{n-2,n-1} B_{n-2,n} B_{n-1,n} + A_n \varphi(\lambda)$$

le coefficient δ_p de $B^2_{p,n}$ s'obtenant au signe près en barrant dans le déterminant $F(\lambda)$ les deux colonnes et les deux rangées dont $B_{p,n}$ est l'intersection soit dans la dernière colonne, soit dans la dernière rangée, et le coefficient de $2 B_{q,n} B_{r,n}$ qui est $\delta_{q,r}$ s'obtenant au signe près en barrant dans le déterminant $F(\lambda)$ la colonne et la rangée dont l'une des quantités $B_{q,n}, B_{r,n}$ est l'intersection dans la dernière colonne, et la colonne et la rangée dont l'autre est l'intersection dans la dernière rangée. Si maintenant l'on attribue à λ pour valeur l'une des racines de $\varphi(\lambda) = 0$, le dernier terme s'annule, $F(\lambda)$ se réduit à une fonction

homogène, du second degré, en $B_{1,n}$, $B_{2,n}$ ... $B_{n-1,n}$ et, si c'est un carré parfait, sera celui de sa dérivée par rapport à l'une des variables, $B_{1,n}$, par exemple, à un facteur près. On devra donc avoir

$$F(\lambda) \equiv \frac{1}{\delta_1}\left[\delta_1 B_{1,n} + \delta_{1,2} B_{2,n} + \delta_{1,3} B_{3,n} + \ldots + \delta_{1,n-1} B_{n-1,n}\right]^2$$

L'identification conduit à vérifier l'égalité des coefficients de $B^2_{p,n}$

$$\frac{\delta^2_{1,p}}{\delta_1} = \delta_p \qquad \text{ou} \qquad \begin{vmatrix} \delta_{1,p} & \delta_p \\ \delta_1 & \delta_{1,p} \end{vmatrix} = 0$$

et celle des coefficients de $2 B_{q,n} B_{r,n}$

$$\frac{\delta_{1,q}\ \delta_{1,r}}{\delta_1} = \delta_{q,r} \qquad \text{ou} \qquad \begin{vmatrix} \delta_{1,q} & \delta_{q,r} \\ \delta_1 & \delta_{1,r} \end{vmatrix} = 0$$

Pour cela, écrivons le discriminant $\varphi(\lambda)$

$$\varphi(\lambda) \equiv \begin{vmatrix} A_1 & B_{1,2} & B_{1,3} & \ldots\ldots\ldots & B_{1,n-1} \\ B_{1,2} & A_2 & B_{2,3} & \ldots\ldots\ldots & B_{2,n-1} \\ \vdots & & & & \\ B_{1,n-1} & B_{2,n-1} & B_{3,n-1} & \ldots\ \ B_{n-2,n-1} & A_{n-1} \end{vmatrix}$$

L'on voit que dans ce déterminant δ_1 est, d'après la loi de formation des coefficients, le mineur correspondant à A_1, pris avec le signe —. De même, δ_p est le mineur correspondant à A_p, pris avec le signe —. Enfin, $\delta_{1,p}$ est le mineur correspondant à $B_{1,p}$, pris soit dans la première colonne, soit dans la première rangée; le signe n'importe pas, puisque $\delta_{1,p}$ est pris au carré, et le déterminant

$$\begin{vmatrix} \delta_{1,p} & \delta_p \\ \delta_1 & \delta_{1,p} \end{vmatrix}$$

est formé avec les mineurs correspondant aux éléments d'un mineur de $\varphi(\lambda)$. Il est donc égal au mineur complémentaire, multiplié par une certaine puissance de $\varphi(\lambda)$, c'est-à-dire qu'il est nul. On vérifierait de même l'autre identité, et l'on voit que $F(\lambda)$ se réduit bien à un carré. C. Q. F. D.

Ce théorème trouverait peut-être son application dans la géométrie de l'espace à $n - 1$ dimensions.

M. P. HATT

Ingénieur hydrographe de la Marine.

SUR L'OBSERVATION DU PASSAGE DE VÉNUS A L'ILE CAMPBELL

— Séance du 25 août 1875. —

M. A. MANNHEIM

Chef d'escadron d'Artillerie, Professeur à l'École polytechnique.

PROPRIÉTÉS DES DIAMÈTRES DE LA SURFACE DE L'ONDE ET INTERPRÉTATION PHYSIQUE DE CES PROPRIÉTÉS

— Séance du 25 août 1875. —

La surface de l'onde peut être engendrée géométriquement de diverses manières. L'un des modes simples de construire cette surface consiste à la faire dériver par points d'un ellipsoïde. On peut, en effet, l'obtenir en menant des plans diamétraux d'un ellipsoïde, en élevant du centre de cette surface des perpendiculaires à ces plans et en portant sur ces droites, à partir du centre, des longueurs égales aux demi-axes des sections déterminées dans l'ellipsoïde par ces plans diamétraux. Il résulte de là que les diamètres de la surface de l'onde sont égaux aux diamètres de l'ellipsoïde, et alors les théorèmes concernant les diamètres d'un ellipsoïde doivent nécessairement donner des théorèmes relatifs aux diamètres de la surface de l'onde.

C'est cette simple remarque qui m'a conduit aux théorèmes que je vais démontrer.

La définition de la surface de l'onde que je viens de rappeler peut encore s'énoncer ainsi :

o est le centre d'un ellipsoïde donné, m un point de cette surface et $m\,n$ la normale en ce point à l'ellipsoïde; dans le plan normal $o\,m\,n$, on élève à $o\,m$ la perpendiculaire $o\,m_1$ sur laquelle on porte le segment $o\,m_1$ égal à $o\,m$: lorsque le point m décrit l'ellipsoïde, le point m_1 décrit la surface de l'onde.

Le rayon $o\,m$ est, en effet, le demi-axe de la section faite dans l'ellipsoïde par le plan mené par $o\,m$ perpendiculairement à $o\,m\,n$. Le segment $o\,m_1$ est alors la perpendiculaire à ce plan et sa longueur est celle du demi-axe $o\,m$.

Ces deux formes sous lesquelles on peut présenter la génération de la surface de l'onde, vont nous permettre de transformer rapidement les théorèmes relatifs aux diamètres conjugués de l'ellipsoïde.

Menons par le centre o un plan perpendiculaire à $m\,n$, soient a et b les extrémités des axes de la section déterminée par ce plan dans l'ellipsoïde, $o\,a$, $o\,b$ et $o\,m$ sont les directions de trois diamètres conjugués de l'ellipsoïde.

L'on a donc :

$$o\,a^2 + o\,b^2 + o\,m^2 = \text{constante},$$

quelle que soit la position de m sur l'ellipsoïde.

Transformons cette relation. Au point m correspond le point m_1, construit comme nous venons de le dire; aux points a et b correspondent les extrémités de segments égaux à $o\,a$ et $o\,b$ que l'on porte sur la perpendiculaire élevée du centre o au plan $o\,a\,b$. Cette perpendiculaire est alors parallèle à $m\,n$ et, par suite, elle rencontre la normale en m_1 à la surface de l'onde et lui est perpendiculaire.

On obtiendra donc des points tels que a_1, b_1, en abaissant du centre o une perpendiculaire sur la normale en m_1 à la surface de l'onde, et comme $o\,a_1$, $o\,b_1$, $o\,m_1$ sont respectivement égaux à $o\,a$, $o\,b$, $o\,m$, on doit avoir

$$o\,a_1^2 + o\,b_1^2 + o\,m_1^2 = \text{constante}.$$

Nous pouvons alors énoncer ce théorème relatif à la surface de l'onde.

THÉORÈME I. — *On prend un point* m_1 *quelconque sur une surface de l'onde et l'on abaisse du centre* o *de cette surface une perpendiculaire sur la normale issue du point* m_1. *Cette perpendiculaire rencontre la surface de l'onde d'un même côté du centre* o *aux deux points* a_1 *et* b_1. *L'on a toujours, quel que soit le point* m_1

$$o\,a_1^2 + o\,b_1^2 + o\,m_1^2 = \text{constante}.$$

Reprenons l'ellipsoïde; menons aux points a_1, b_1, m des plans tangents à cette surface. Ces plans et les plans symétriques par rapport au centre o déterminent un parallélipipède dont le volume est constant, quel que soit le point m.

En appelant t le pied de la perpendiculaire abaissée du point o sur le plan tangent en m on aura donc

$$o\,a \times o\,b \times o\,t = \text{constante}.$$

Pour transformer cette relation, il suffit de remarquer, en appelant t_1 le pied de la perpendiculaire abaissée du point o sur le plan tangent en m_1 de la surface de l'onde, que $o\,t_1 = o\,t$. On a donc pour la surface de l'onde

$$o\,a_1 \times o\,b_1 \times o\,t_1 = \text{constante.}$$

De là ce théorème :

THÉORÈME II. — *On prend un point* m_1 *quelconque sur une surface de l'onde, on abaisse du centre* o *de cette surface une perpendiculaire sur la normale issue de* m_1 *et une perpendiculaire* $o\,t_1$ *sur le plan tangent en* m_1. *La première perpendiculaire rencontre la surface de l'onde d'un même côté du centre* o *aux points* a_1 *et* b_1 : *l'on a toujours, quel que soit le point* m_1,

$$o\,a_1 \times o\,b_1 \times o\,t_1 = \text{constante.}$$

Reprenons l'ellipsoïde. En appelant t, t', t'' les pieds des perpendiculaires abaissées du centre o sur les faces du parallélipipède circonscrit à l'ellipsoïde que nous venons de considérer, on a :

$$\frac{1}{o\,t^2} + \frac{1}{o\,t'^2} + \frac{1}{o\,t''^2} = \text{constante.}$$

La transformation de cette relation se fait très-facilement, puisque la distance du centre de l'ellipsoïde à un plan tangent de cette surface est égale à la distance du centre au plan tangent correspondant de la surface de l'onde ; on a donc, pour la surface de l'onde, en appelant t_1, t_1', t_1'' les pieds des perpendiculaires abaissées du centre o sur les plans tangents en m_1, a_1 et b_1 :

$$\frac{1}{o\,t_1^2} + \frac{1}{o\,t_1'^2} + \frac{1}{o\,t_1''^2} = \text{constante.}$$

Nous pouvons alors énoncer ce théorème.

THÉORÈME III. — *Les données étant les mêmes que dans l'énoncé du théorème I*^{er}, *la somme des inverses des carrés des distances du centre de la surface de l'onde aux plans tangents en* m_1, a_1 *et* b_1 *est constante, quel que soit le point* m_1.

Appelons μ, α et β les angles que $o\,m_1$, $o\,a_1$ et $o\,b_1$ font avec les plans tangents à la surface de l'onde, la relation précédente peut s'écrire :

$$\frac{1}{o\,m_1^2 \sin.^2 \mu} + \frac{1}{o\,a_1^2 \sin.^2 \alpha} + \frac{1}{o\,b_1^2 \sin.^2 \beta} = \text{constante.}$$

On a ainsi une relation entre les droites $o\,a_1$, $o\,b_1$, $o\,m_1$ et les angles que ces diamètres font avec les plans tangents menés à leurs extrémités.

Les énoncés des théorèmes 1, 2 et 3 peuvent être réunis dans le même énoncé suivant :

THÉORÈME A. — *On mène un diamètre quelconque d'une surface de l'onde et le plan tangent à cette surface à l'une des extrémités de ce diamètre. On projette ce diamètre sur ce plan tangent et l'on mène du centre de la surface une parallèle à cette projection. Quel que soit le premier diamètre, la somme des carrés des diamètres comptés sur cette parallèle, augmentée du carré de ce premier diamètre, est constante ; le produit de ces trois diamètres, multiplié par le sinus de l'angle qu'ils comprennent, est aussi constant ; la somme des inverses des carrés des distances du centre de la surface de l'onde aux plans tangents menés à cette surface aux extrémités de ces diamètres est constante.*

La transformée par polaires réciproques d'une surface de l'onde par rapport à une sphère qui lui est concentrique étant encore une surface de l'onde, les théorèmes auxquels je viens d'arriver conduisent par ce mode de transformation aux résultats suivants :

THÉORÈME B. — *On mène un premier diamètre d'une surface de l'onde, la normale et le plan tangent à cette surface à l'une des extrémités de ce diamètre. Parallèlement à ce diamètre et perpendiculairement au plan de cette normale et du diamètre, on mène deux autres plans tangents à la surface de l'onde ; quel que soit le premier diamètre, la somme des inverses des carrés des distances du centre de la surface à ces trois plans tangents est constante ; le produit de ces trois distances divisé par le sinus de l'angle que font entre eux ces plans tangents est constant ; la somme des carrés des distances du centre aux points de contact de ces plans tangents est constante.*

De cette dernière propriété résulte que :

Si l'on mène à une surface de l'onde des plans tangents parallèles entre eux et parallèles à l'un des diamètres qui contient un point singulier, la somme des carrés des distances du centre aux points de contact de ces plans tangents est constante.

Parmi les conséquences qu'on peut tirer des théorèmes renfermés dans ce travail, je citerai encore la suivante provenant du théorème II :

Les sections faites dans une surface de l'onde par des plans diamétraux parallèles aux plans tangents singuliers de cette surface sont des anallagmatiques du quatrième ordre dont le centre est pôle principal.

Dans ces énoncés, il n'entre que des diamètres et des plans tangents de la surface de l'onde. On connaît l'interprétation physique de ces éléments. De ce qui précède résultent alors les propriétés optiques suivantes :

Le carré de la vitesse du rayon (efficace) qui propage une vibration donnée (de Fresnel) plus la somme des carrés des vitesses des rayons parallèles à cette vibration est constante ;

La vitesse de l'onde qui propage cette vibration varie en raison inverse du produit des vitesses de ces deux rayons ;

La somme des inverses des carrés des vitesses des ondes correspondant à ces rayons efficaces est constante ;

La somme des carrés des inverses des vitesses de propagation normale d'une vibration quelconque et des deux ondes qui correspondent aux vibrations parallèles au plan de polarisation du rayon qui propage la première est constante ;

La vitesse du rayon qui propage cette vibration varie en raison inverse du produit des vitesses des deux ondes ;

La somme des carrés des vitesses des rayons (efficaces) qui correspondent à ces ondes est constante.

Cette dernière propriété donne comme cas particulier :

Les systèmes de deux ondes, parallèles entre elles et à un axe de réfraction conique, correspondent à des paires de rayons efficaces dont les vitesses ont une somme de carrés constante.

M. FOURET

Ingénieur civil, ancien Élève de l'École polytechnique.

SUR UNE APPLICATION DE L'APPAREIL DE HART

— Séance du 25 août 1875. —

M. HALPHEN

Répétiteur à l'École polytechnique.

SUR LES ENVELOPPES DES DIAMÈTRES DES COURBES ALGÉBRIQUES

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 25 août 1875. —

M. HALPHEN fait connaître plusieurs propriétés des enveloppes des diamètres des courbes algébriques. Il énonce ensuite le théorème suivant :

Soit U une courbe plane représentée par l'équation

$$A^p B^q = C^{p+q}$$

où A, B, C sont des fonctions linéaires des coordonnées rectilignes, et p et q des entiers positifs premiers entre eux :

Le lieu des centres des coniques, ayant avec U des contacts du 4e ordre, a pour équation :

$$A^p B^q = a\, C^{p+q},$$

a étant un coefficient numérique.

M. FOURET

Ingénieur civil, ancien Élève de l'École polytechnique.

DÉTERMINATION GRAPHIQUE DES MOMENTS FLÉCHISSANTS D'UNE POUTRE DROITE (1)

— Séance du 25 août 1875. —

M. TOULON

Élève-Ingénieur des Ponts et Chaussées.

SUR UN APPAREIL POUR EFFECTUER LA CUBATURE DES TERRASSEMENTS

— Séance du 25 août 1875. —

(1) *Comptes rendus de l'Ac. des Sc.*, 1875, t. LXXX, p. 550.

M. BRÉGUET FILS

Ancien Élève de l'École polytechnique.

DESCRIPTION DE L'APPAREIL A TIGES ARTICULÉES DE HART

— Séance du 25 août 1875. —

M. MARCEL DEPREZ

Ingénieur civil.

APPAREIL POUR MESURER LA VITESSE DES LOCOMOTIVES

SUR LA TRANSFORMATION MÉCANIQUE DES FONCTIONS

— Séance du 25 août 1875. —

M. HALPHEN

Répétiteur à l'École polytechnique.

SUR LE GENRE DES COURBES ALGÉBRIQUES

— Séance du 26 août 1875. —

1. — C'est dans le calcul intégral que la notion du *genre* des courbes algébriques a pris naissance. Elle s'y présente à trois points de vue différents : à propos du théorème d'Abel, du nombre des périodes des intégrales de première espèce, et enfin du nombre de ces intégrales elles-mêmes. Suivant l'ordre d'exposition, on tire la définition du genre d'une de ces trois considérations ; et, de l'un quelconque de ces trois points de vue, il est immédiatement visible que cet élément nouveau se conserve dans les transformations *uniformes*. En d'autres termes, le genre de deux courbes qui se correspondent *point par point* est le même.

Pour introduire dans la géométrie cette notion nouvelle, il fallait

connaître l'expression géométrique du genre. Cette question était résolue dans des cas particuliers, notamment dans celui où la courbe considérée n'offre que des singularités *ordinaires* (1). J'en ai donné la solution générale suivante, que j'ai démontrée de plusieurs manières différentes (2) :

Soient : p *le genre,* m *le degré,* c *la classe d'une courbe algébrique,* N *la somme des ordres de multiplicité de tous ses points singuliers, et* T *le nombre total des systèmes circulaires formés par les branches de la courbe en ces points. Ces éléments satisfont à la relation :*

$$2(p-1) = c - 2m + N - T.$$

Etant en possession de l'expression géométrique du genre, et sachant, par le calcul intégral, que ce nombre se conserve dans les transformations uniformes, on est conduit à désirer de ce théorème une démonstration indépendante du calcul intégral. Pour le cas particulier déjà cité, où la courbe considérée n'offre que des singularités ordinaires, MM. Clebsch et Gordan et M. Zeuthen ont donné des démonstrations directes. On peut, comme je l'ai déjà montré, passer de là au cas général en employant diverses transformations uniformes, qui changent une courbe en une autre, n'offrant que des singularités ordinaires. Mais ces détours de raisonnement peuvent être évités : je me propose de donner ici une démonstration directe de la conservation du genre dans les transformations uniformes. C'est là l'objet principal de cette note ; j'y donnerai cependant quelques détails sur des sujets qui s'offriront au cours de cette étude, et qui ne sont pas nécessaires à la démonstration du théorème.

2. — Je rappelle d'abord ce qu'il faut entendre par ce mot : *système circulaire de branches.* Soit O un point singulier d'une courbe plane algébrique S. Je le suppose pris pour origine des coordonnées rectilignes, et j'admets, en outre, que l'axe des y ne soit pas tangent à S en O. Soit k l'ordre de multiplicité de ce point. Pour une valeur infiniment petite de x, k valeurs de y sont infiniment petites. On sait (3) que ces k valeurs se répartissent en systèmes circulaires ; c'est-à-dire en des groupes tels que les n valeurs comprises dans l'un quelconque d'entre eux, forment une seule et même fonction synectique de $x^{\frac{1}{n}}$. Sous la réserve faite plus haut au sujet de l'axe des y, cette répartition ne dépend pas des axes de coordonnées. Elle correspond donc à une

(1) Clebsch et Gordan. Fonctions abéliennes.
(2) *Comptes rendus,* t. 78 et 80 ; *Journal de math.,* 3e série, t. 2.
(3) Puiseux. Mémoire sur les fonctions algébriques. *Journal de Math.* 1re série, t. XV.

répartition des branches de S, aux environs du point O, en groupes bien définis : ce sont ces groupes que j'appelle *systèmes circulaires de branches*. Le point O est *l'origine* et le nombre n est *l'ordre de multiplicité* du système circulaire. L'ordre de multiplicité peut être égal à l'unité. Dans ce dernier cas, M. Cayley emploie le mot de branche *linéaire;* dans le cas opposé, celui de branche *superlinéaire.*

Soit $f(t)$ une fonction synectique (pour les valeurs infiniment petites de t), ne s'évanouissant pas avec le variable. Je considère les équations :

$$(1) \qquad x = t^n \qquad y = t^r f(t),$$

où n et r sont des entiers positifs. La fonction y, de la variable x, a pour chaque valeur de x, un nombre de valeurs égal à n ou à un diviseur de n. C'est d'ailleurs la forme la plus générale d'une fonction synectique de $x^{\frac{1}{n}}$, s'évanouissant avec x. Donc, sous les conditions que y ait précisément n valeurs, et que r ne soit pas inférieur à n (pour que l'axe des y ne soit pas une tangente), les équations (1) représentent, pour les valeurs infiniment petites de t, un système circulaire quelconque, multiple d'ordre n, et dont l'origine est celle des coordonnées.

Si y a moins de n valeurs, et sous la condition $r \geqslant n$, les équations (1) représentent un système circulaire de branches, dont l'ordre de multiplicité est égal au nombre des valeurs de y, c'est-à-dire à un diviseur de n.

J'observe encore que l'on peut supposer $r = n$, sans restreindre la généralité : c'est, en effet, supposer que l'axe des x ne coïncide pas avec la tangente du système circulaire.

Au lieu des équations (1), considérons celles-ci :

$$(2) \qquad x = t^n \varphi(t), \qquad y = t^n f(t),$$

n étant toujours un entier positif, et φ et f des fonctions synectiques ne s'évanouissant pas avec la variable. Il est aisé de voir que l'élimination de t entre les équations (2) conduit à :

$$y = x\, \theta\, (x^{\frac{1}{n}}),$$

où θ est une fonction de même définition que f et φ. Le résultat est donc de même forme que celui qui provient de l'élimination de t entre les équations (1) en y supposant $r = n$. Donc, comme les équations (1), les équations (2) représentent, sans plus de généralité, un système circulaire de branches dont l'ordre de multiplicité est n ou un diviseur de n.

3. — Ces explications données, je vais établir diverses propositions concernant les systèmes circulaires de deux courbes se correspondant point par point.

THÉORÈME I. — *Soient* S *et* Σ *deux courbes planes algébriques, dont la seconde soit une transformée rationnelle de la première : à un système circulaire de branches de* S *correspond un seul système circulaire de branches de* Σ.

Soit, en effet (S), un système circulaire de branches de S, ayant son origine à l'origine des coordonnées, et représenté par les équations (1). Les coordonnées ξ, η des points de Σ, étant des fonctions rationnelles de x et y, sont, pour les points qui correspondent à des points du système circulaire (S), des fonctions synectiques de t. Il n'y aurait à excepter que le cas où ces coordonnées seraient infinies; j'écarte ce cas en employant, s'il y a lieu, une transformation homographique. Donc, pour t infiniment petit, ξ et η tendent respectivement vers des limites finies, qui sont déterminées d'une seule manière. Donc, en premier lieu, au point O, considéré comme limite des points de (S), répond un seul point limite sur Σ. Prenant alors ce point Ω pour origine des coordonnées ξ, η, j'ai, pour les valeurs de ces coordonnées, correspondant à (S), des expressions telles que :

$$\xi = t^{\nu}\,\Phi(t), \quad \eta = t^{\nu}\,\mathrm{F}(t), \tag{3}$$

où Φ et F sont des fonctions de même définition que f. Donc, d'après ce qui a été dit précédemment, ces valeurs définissent un seul système circulaire (Σ), qui correspond à (S). Le théorème est ainsi démontré.

On voit, en outre, que l'ordre de multiplicité de (Σ) est ν ou un diviseur de ν. Remarquons que, si x est infiniment petit d'ordre n, c'est-à-dire t infiniment petit du premier ordre, il résulte de (3) que ξ et η sont infiniment petits d'ordre ν. Il suit de là :

THÉORÈME II. — *Soient* S *et* Σ *deux courbes, dont la seconde est une transformée rationnelle de la première, et* n *et* ν *les ordres de multiplicité de deux systèmes circulaires* (S), (Σ), *se correspondant sur ces deux courbes : à un point placé sur* (S), *à distance infiniment petite d'ordre* n *de l'origine de* (S), *correspond sur* (Σ) *un point dont la distance à l'origine de* (Σ) *est un infiniment petit dont l'ordre est un multiple entier de* ν.

Je suppose maintenant qu'en outre S soit une transformée rationnelle de Σ, c'est-à-dire que S et Σ se correspondent point par point. D'après le théorème II, si un point a est placé sur (S) à distance infiniment petite du premier ordre de l'origine O de (S), la distance Ω α du point correspondant à l'origine de (Σ) est infiniment petite d'ordre $\frac{\nu'}{n}$, ν' étant un multiple de ν. De même aussi, si Ω α est du premier ordre, O a est d'un ordre marqué par $\frac{n'}{\nu}$, n' étant un multiple de n, et, par suite, si O a est du premier ordre, Ω α est de l'ordre $\frac{\nu}{n'}$. Donc : $\frac{\nu'}{n} = \frac{\nu}{n'}$. Ceci exige $n' = n$, $\nu' = \nu$. Donc :

THÉORÈME III. — *Soient* S *et* Σ *deux courbes se correspondant point par point, et* n *et* ν *les ordres de multiplicité de deux systèmes circulaires* (S), (Σ), *se correspondant sur ces deux courbes : à un point placé sur* (S) *à distance infiniment petite d'ordre* n *de l'origine de* (S), *correspond sur* (Σ) *un point à distance infiniment petite d'ordre* ν *de l'origine de* (Σ).

4. — Je considère la surface gauche A que l'on obtient en joignant par des droites les points a, α correspondants, de deux courbes planes S, Σ, se correspondant point par point, et placées dans des plans différents. Soit G la génératrice qui joint les origines O, Ω des deux systèmes circulaires correspondants (S), (Σ), dont les ordres de multiplicité sont respectivement n et ν. Je considère une autre section quelconque S_1 de A, rencontrant la droite $a\alpha$ au point a_1. La courbe S_1 correspond point par point à S et à Σ ; le point a_1 est le correspondant des points a et α. Donc, aux systèmes circulaires (S), (Σ), correspond, sur S , un système circulaire (S_1), dont l'origine O_1 est sur G. En outre, si O a est infiniment petit, O_1 a_1 est infiniment petit du même ordre que la plus grande des deux distances O a, Ω α. Donc, d'après le théorème III, l'ordre de multiplicité de (S_1) est le plus petit des deux nombres n, ν. Ainsi :

THÉORÈME IV. — *Soient* S *et* Σ *deux courbes planes se correspondant point par point,* A *la surface gauche obtenue en joignant les points correspondants de* S *et* Σ, *et* S_1 *une section plane quelconque de* A : *le système circulaire de branches de* S_1, *qui correspond à deux systèmes circulaires de* S *et* Σ, *a pour ordre de multiplicité le plus petit des ordres de multiplicité de ces derniers.*

Il convient d'observer que le théorème IV souffre des exceptions, pour certaines sections particulières. En premier lieu, pour les sections qui passent à l'origine du système circulaire dont l'ordre de multiplicité est le plus grand, on a ce même ordre de multiplicité. En second lieu, pour les sections qui passent par G, le résultat est différent. A l'égard de ces sections, je citerai le résultat suivant, facile à établir : Soit $\nu > n$; le système circulaire de la section considérée a pour origine Ω, pour tangente G, pour ordre de multiplicité $(\nu - n)$, et enfin les branches de ce système circulaire ont avec G des contacts d'ordre $\frac{n}{\nu - n}$.

Supposons encore $\nu > n$. D'après le théorème III, si $o\,a$ est infiniment petit, Ω α est infiniment plus petit. Donc les génératrices infiniment voisines de G tournent autour du point Ω. Donc le plan mené par G et la tangente de (S) est tangent à A tout le long de G. Au con-

traire, cette particularité n'a pas lieu si n et ν sont égaux, sauf au cas où les tangentes de (S) et de (Σ) seraient dans un même plan. Il existe un certain nombre de génératrices qui joignent deux points correspondants dont les tangentes se rencontrent. Je les désigne par Γ, et je suppose d'ailleurs les plans de S et de Σ tellement placés que les points de ces courbes auxquels aboutissent les droites Γ soient des points simples. Il est aisé de trouver le nombre de ces droites. Il suffit d'établir une correspondance entre les points où les tangentes en a et en α, à S et Σ, rencontrent l'intersection des plans de ces courbes. Les coïncidences correspondent aux droites Γ, dont le nombre est ainsi égal à la somme des classes des deux courbes.

Pour trouver le nombre de ces droites, on peut encore répéter le même raisonnement en se servant, au lieu des courbes S et Σ, de la courbe S ou de la courbe Σ jointe à une section quelconque S_1 de A. J'obtiendrai ainsi plusieurs expressions du même nombre; la comparaison de ces expressions fournira deux théorèmes, dont l'un est précisément celui de la conservation du genre.

5. — Je rappelle d'abord la règle suivante, due à M. Zeuthen (1), pour trouver l'ordre de multiplicité d'une coïncidence :

Si deux séries de points p, p_1, *se correspondent sur une droite, le nombre des couples de points correspondants confondus, qui sont réunies en un point* P, *est égal à la somme des ordres des segments infiniment petits compris entre un point* p, *à distance infiniment petite du 1er ordre de* P, *et les points* p_1 *correspondants.*

En appliquant le raisonnement ci-dessus aux courbes S et S_1, je trouve encore un nombre de coïncidences égal à la somme des classes de ces courbes ; mais ces coïncidences ne correspondent pas toutes aux droites Γ.

En premier lieu, soit b un point de rencontre de S et du plan de S_1. Le point b appartient à S_1, et donne lieu à des coïncidences. Je compte ces coïncidences d'après la règle de M. Zeuthen. Sur l'intersection L des plans de S et de S, je prends un point p, à distance infiniment petite du 1er ordre de b. Par ce point passent deux tangentes à S, dont les points de contact sont à distance infiniment petite de b. Cet infiniment petit est d'ordre $\frac{1}{2}$. A ces deux points correspondent, sur S_1, deux autres points également à distance d'ordre $\frac{1}{2}$ de b. Les tangentes de S_1 en ces deux points rencontrent L en deux points p_1 qui sont à distance infiniment petite du 1er ordre de b et de p. Il y a donc deux segments $p\,p_1$ infiniment petits du 1er ordre. Donc, en b sont réunies

(1) *Bln des Sc. math. et astr.*, T. V, p. 186.

deux coïncidences. Soit m le degré de S. Le nombre total des coïncidences analogues est $2m$.

En second lieu, soit o l'origine d'un système circulaire (S) dont l'ordre de multiplicité n est inférieur à l'ordre de multiplicité ν du correspondant (Σ). Le long de la génératrice G, qui joint les origines de ces deux systèmes circulaires, le plan tangent est constant, comme on l'a vu au n° 4. Donc la tangente de (S_1) rencontre celle de (S). Le point P, où ces deux tangentes se rencontrent, absorbe un certain nombre de coïncidences. Pour pouvoir compter ces coïncidences, il faut connaître l'ordre d'infiniment petit auquel appartient le segment $p\,p_1$ compris entre les points où L est rencontré par les tangentes en deux points correspondants a et a_1, infiniment voisins de O et de O_1. Je ferai usage, à cet effet, de la formule suivante, facile à établir.

Soient : x, y les coordonnées du point a de la courbe S, situé dans le plan $z = o$;

ξ, η, ζ les coordonnées du point correspondant α, sur Σ ;

x_1, y_1, z_1 les coordonnées du point correspondant a_1, sur S_1.

Prenant x pour variable indépendante et dénotant les dérivées par des accents, je considère l'expression :

$$Y - y - y'(X - x),$$

qui, égalée à zéro, fournit l'équation de la tangente à S en a. Soit U, ce que devient cette expression quand on y met pour X et Y les coordonnées du point p_1, où la tangente de S_1 en a_1 rencontre le plan de S. La formule dont il s'agit est la suivante :

$$(4) \qquad \frac{\zeta^2}{z^2}\, z'\ U = \zeta' \left[\eta - y - y'(\xi - x)\right] + \zeta(\xi' y' - \eta').$$

Je suppose que l'origine des coordonnées soit celle du système circulaire (S), et que l'axe des z soit la génératrice G. Je suppose, en outre, $\nu > n$. Alors le second membre de (4) est infiniment petit avec x, et il est aisé de voir que sa partie principale est la même que celle de $-\zeta\,\eta'$. Comme ζ a une valeur finie, l'ordre du second membre est le même que celui de η', c'est-à-dire $\frac{\nu - n}{n}$, si x est du premier ordre. Je considère maintenant le premier membre de (4) : le premier facteur $\frac{\zeta^2}{z^2}$ a une valeur finie ; il en est de même de z'_1. En effet, z_1 est du même ordre que $O_1\,a_1$. Or on a vu, au n° 4, que $O_1\,a_1$ est du même ordre que $O\,a$, c'est-à-dire du même ordre que x. Donc z_1 est du premier ordre. Donc z'_1 a une limite finie. Donc enfin U est infiniment petit du même ordre que le second membre.

U ne diffère que par un coefficient fini de la distance des points $p\,p_1$,

où les tangentes de S en a et de S_1 en a_1 rencontrent L ; donc cette distance est aussi infiniment petite d'ordre $\frac{\nu - n}{n}$, quand O a est du premier ordre.

Il est maintenant aisé de compter les coïncidences réunies en P. Prenons un point p à distance infiniment petite du premier ordre de P, et situé sur L. Soit $\frac{q}{n}$ l'ordre du contact de chaque branche de (S) avec sa tangente. Par le point p passent q tangentes à (S), dont les points de contact a sont à des distances de O infiniment petites d'ordre $\frac{n}{q}$ (1). A chacun de ces points a correspond un point a_1. Si p_1 est le point où la tangente en l'un de ces derniers rencontre L, $p\,p_1$ est, d'après le résultat précédent, infiniment petit de l'ordre $\frac{\nu - n}{n}\ \frac{n}{q}$, puisque maintenant O a est de l'ordre $\frac{n}{q}$. Mais il y a q segments $p\,p$. Donc la somme de leurs ordres est $q\,\frac{\nu - n}{n}\,\frac{n}{q}$ ou $(\nu - n)$. Donc, au point P, sont réunies $(\nu - n)$ coïncidences.

Considérons toutes les couples de systèmes circulaires correspondants (S), (Σ), pour lesquelles on a : $\nu > n$. Soient c et c_1 les classes de S et de S_1. Le nombre total des coïncidences relatives aux droites Γ, c'est-à-dire le nombre même des droites Γ est :

$$R = c + c_1 - 2m - \Sigma(\nu - n). \tag{5}$$

Soient maintenant (S'), (Σ') deux systèmes circulaires correspondants et pour lesquels on ait : $\nu' < n'$. En considérant tous les analogues, répétant le raisonnement ci-dessus pour les courbes Σ et S_1, et désignant par μ et γ le degré et la classe de Σ, on aura de même :

$$R = \gamma + c_1 - 2\mu - \Sigma(n' - \nu'). \tag{6}$$

6. — En comparant les relations (5) et (6), j'en conclus :

$$c - 2m + \Sigma(n + n') = \gamma - 2\mu + \Sigma(\nu + \nu'). \tag{7}$$

Soient maintenant (S''), (Σ'') des systèmes circulaires correspondants et ayant le même ordre de multiplicité n''. J'ajoute dans les deux membres de (7) la somme des nombres analogues à n'', et je pose :

$$\Sigma(n + n' + n'') = l, \qquad \Sigma(\nu + \nu' + \nu'') = \lambda.$$

La relation (7) devient :

$$c - 2m + l = \gamma - 2\mu + \lambda. \tag{8}$$

(1) C'est une conséquence de ce fait que, pour le système circulaire corrélatif de (S), les nombres n et q s'échangent entre eux. Voyez mon *Mémoire sur les points singuliers*, qui sera inséré au recueil des savants étrangers.

Le nombre l est la somme des ordres de multiplicité de tous les systèmes circulaires *propres* de S (c'est-à-dire dont l'ordre de multiplicité n'est pas l'unité), augmentée du nombre des branches simples de S, qui ont pour correspondants, sur Σ, des systèmes circulaires propres. Retranchons des deux membres de (8) le nombre total k de ces couples de systèmes circulaires, et écrivons :

$$c - 2m + l - k = \gamma - 2\mu + \lambda - k. \tag{9}$$

Chaque branche simple de S, qui intervient au nombre des systèmes circulaires ci-dessus, figure pour une unité dans l et k. Si donc N est la somme des ordres de multiplicité des systèmes circulaires propres de S, et T leur nombre, $l - k$ est égal à N — T. Soient de même N et T les nombres analogues pour Σ, on peut écrire, au lieu de (9) :

$$c - 2m + \mathrm{N} - \mathrm{T} = \gamma - 2\mu + N - T. \tag{10}$$

Dans cette formule, chaque membre ne contient que des éléments entièrement définis au moyen d'une seule des courbes.

Pour la raison qui vient d'être invoquée, on peut, sans changer (N — T), faire entrer parmi les systèmes circulaires considérés sur S un nombre quelconque de branches simples, et, par conséquent, énoncer ainsi la formule (10) :

THÉORÈME V. — *Soient :* m *le degré,* c *la classe d'une courbe algébrique,* N *la somme des ordres de multiplicité de tous ses points singuliers, et* T *le nombre total des systèmes circulaires formés par les branches de la courbe en ces points. L'expression*

$$c - 2m + \mathrm{N} - \mathrm{T}$$

reste invariable si l'on substitue à la courbe proposée une autre courbe quelconque lui correspondant point par point.

D'après le n° 4, le nombre R a encore pour expression la somme $c + \gamma$ des classes de S et Σ. En recourant à (5) ou (6), nous en concluons la classe des sections de la surface gauche A, savoir :

$$c_1 = \gamma + 2m + \Sigma(\nu - n) = c + 2\mu + \Sigma(n' - \nu').$$

M. DUVERGIER

DES TENSIONS DES COURROIES SUR LES TOURILLONS DES POULIES

— Séance du 26 août 1875. —

M. LIGUINE

Professeur à l'Université d'Odessa.

GÉNÉRALISATION D'UN THÉORÈME DE M. CHASLES

— Séance du 26 août 1875. —

M. FOURET

Ingénieur civil, ancien Élève de l'École polytechnique.

SUR UN COMPAS ELLIPTIQUE

— Séance du 26 août 1875. —

3me et 4me Sections

NAVIGATION. — GÉNIE CIVIL ET MILITAIRE

PRÉSIDENT..... M. CH. BERGERON, ancien Élève de l'École polytechnique, Ingénieur civil.

SECRÉTAIRE..... ..... M. JOLY, Ingénieur des Ponts et Chaussées, à Nantes.

M. DE BROCA (PHILIPPE)

Ancien Officier de Marine, Capitaine de port à Nantes.

NOUVEAU SYSTÈME DE POINTAGE APPLICABLE AUX CANONS RAYÉS ET AUX ARMES DE PRÉCISION

— Séance du 21 août 1875. —

Le nouveau système de pointage des armes à feu de toute nature que je soumets aujourd'hui à l'appréciation de la Section date déjà de quelques années : depuis bien longtemps déjà, j'avais dirigé mes études et mes investigations sur le tir des armes à feu ; mais c'est après le terrible désastre de Sedan qu'il me vint à l'idée de rechercher s'il ne serait pas possible de trouver un moyen simple, pratique, à la portée de tous de pointer exactement une bouche à feu, et d'ajuster un coup de fusil avec précision. Dès le mois de décembre 1870, il me fut possible de soumettre au colonel d'artillerie de Reffye, inventeur du canon rayé de 7, un double guidon de pointage pour canons qui le frappa vivement, et dont il fit immédiatement l'application aux bouches à feu construites à Nantes, sous sa direction.

Le dessin de ce guidon fut en outre envoyé aux Commissions Régionales, chargées par le ministère de l'Intérieur de la fabrication de l'artillerie départementale, et j'ajouterai que le colonel de Reffye eut la gracieuseté de donner mon nom au guidon dans la théorie du canon de sept.

En même temps que je soumettais mon double guidon à la compétence si éclairée du savant colonel, j'offris cette invention augmentée d'une nouvelle hausse pour armes à feu portatives, aux départements de la guerre et de la marine, sollicitant des ministères des expériences

immédiates, afin que l'armée fût le plus tôt possible à même de profiter de ce que mon système de pointage pouvait offrir de véritablement utile.

Une commission spéciale d'artillerie fut réunie à Toulouse, et, sans entrer dans de plus amples détails, je dirai seulement que son rapport fut particulièrement favorable à mes idées. Par discrétion, je ne citerai point les termes de ce rapport, mais je ne crains pas d'affirmer qu'en ce qui concernait le chassepot, la commission concluait à l'adoption de mon système pour les armes neuves et à la modification du curseur de la hausse dans les armes en service. A la paix, une commission des armes et engins de guerre ayant été instituée à Saint-Thomas d'Aquin, je dus lui soumettre mon invention à nouveau. Sur le rapport de cette commission, le ministère de la Guerre ordonna de nouvelles expériences qui eurent lieu en 1871 dans différentes écoles d'artillerie; mais, je dois le dire, ces expériences, auxquelles je n'assistai pas, ne me furent point aussi favorables que celles qui avaient eu lieu à Toulouse pendant la guerre.

En fin de compte, mon système de pointage pour les canons n'a pas été adopté par le Comité d'artillerie; mais néanmoins il faut bien, toute modestie à part, que les artilleurs lui reconnaissent quelque mérite, puisqu'il a été conservé sur toutes les pièces construites pendant la guerre, et qu'il est journellement appliqué aux nouvelles bouches à feu qui sont construites ou transformées dans nos arsenaux.

ARMES A FEU PORTATIVES

MODIFICATION APPORTÉE A LA HAUSSE.

Dans mes expériences sur le tir des armes à feu portatives, j'ai toujours été frappé de l'inconvénient que présentaient les hausses en usage dans l'armée française, de masquer presque entièrement le guidon de mire lorsqu'on ajuste un objet, sans parler de l'inconvénient de voir cet objet lui-même masqué à son tour par le guidon. Pour bien viser avec la hausse du fusil chassepot par exemple, l'œil du tireur est astreint à un travail fatigant, qui consiste à mettre son œil, le but à atteindre et la partie supérieure du guidon en ligne droite avec le fond de l'encoche ou cran de mire de la hausse. Lorsque le rayon visuel rase exactement le fond de l'encoche, le guidon de l'arme ainsi que le but s'il est de faible dimension disparaissent presque entièrement à la vue, et les hommes peu exercés dans le tir, tentés de relever la tête pour mieux voir et découvrant trop de guidon, tirent par cela même trop haut. Certes, des soldats habiles, façonnés de longue main au maniement de

leurs armes, ne sont point arrêtés par le petit inconvénient que je signale ; mais les novices, ceux qui par défaut d'habitude et d'intelligence ou par une mauvaise disposition naturelle sont moins accoutumés à gouverner leur vue, ceux-là, dis-je, éprouvent une véritable difficulté dans le mode actuel d'ajuster les objets. Il ne faut point se le dissimuler, dans le tir des armes de précision, la moindre erreur dans l'opération de viser est d'une extrême gravité, et, pour en donner une idée, qu'il me soit permis de dire qu'avec une carabine de tir ayant entre le sommet du guidon et l'encoche une distance de 0m 50 centimètres par exemple, il suffit que la ligne de mire s'écarte de la direction voulue de trois dixièmes de millimètre pour qu'on manque à 100 mètres de distance un but de 10 centimètres de diamètre.

Une fois bien convaincu que l'inconvénient dont je viens de parler tenait à ce que la vision ne pouvait pas s'exercer librement au dessous de l'encoche, j'ai eu l'idée d'ouvrir un petit jour sous cette encoche. A cet effet, j'ai pratiqué dans la partie pleine du curseur mobile de la hausse une petite ouverture angulaire dont le tracé n'est en définitive que la continuation au dessous de l'encoche des lignes qui la déterminent, ouverture pouvant d'ailleurs avoir différentes formes. (Fig. 51.)

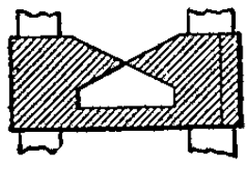


Fig. 51.

Il résulte de cette modification : 1° Que le soldat peut désormais découvrir entièrement le guidon lorsqu'il ajuste ; 2° Que le point par où doit passer le rayon visuel, c'est-à-dire la ligne de mire elle-même, se trouve exactement déterminé par la rencontre de deux angles aigus et opposés se dessinant vivement à la vue et lui servant de conducteur.

Dans de semblables conditions, on ajuste un objet si petit qu'il soit avec une précision pour ainsi dire mathématique, et, l'œil n'ayant plus aucune fatigue à subir, on a la faculté de prendre autant ou aussi peu de guidon qu'on le juge nécessaire, tout en apercevant le but plus distinctement qu'avec l'ancien curseur. L'application de ce moyen si simple donne une si grande facilité pour viser, que les hommes n'ayant jamais manié une arme à feu en viennent au bout de quelques jours à parfaitement ajuster un objet quelconque. C'est donc dans ce fait d'une petite ouverture pratiquée sous les différentes encoches des hausses en usage, et dans l'application du même principe aux guidons des bouches à feu, que consiste essentiellement le nouveau mode de pointage que je soumets à la critique des hommes compétents. Du reste, ainsi que je l'ai dit plus haut, on peut varier de différentes manières le tracé de l'ouverture faite sous l'encoche, ainsi que le tracé de cette encoche elle-même, suivant la fantaisie du tireur, lorsqu'il ne s'agit point des armes de guerre, où tout doit être uniforme. Il est des cas où l'on peut même

supprimer l'encoche, comme dans le tracé nº 54, l'essentiel étant qu'on puisse toujours ajuster par le point de rencontre des deux angles, et découvrir le guidon dans son entier.

Les fig. 52, 53, 54 montrent différentes sortes de visières donnant toutes les mêmes résultats.

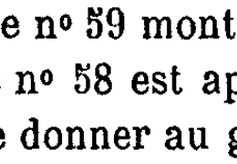


Fig. 52.

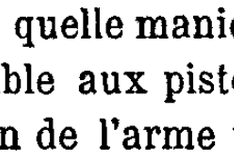


Fig. 53.

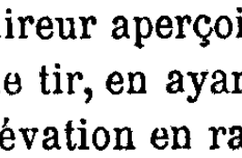


Fig. 54.

Dans les dessins ci-dessus, les angles opposés déterminant le centre de vision se touchent par le sommet ; mais néanmoins on peut laisser entre eux une petite distance, d'un demi-millimètre par exemple, sans qu'il en résulte le moindre inconvénient. Cette dernière disposition est particulièrement avantageuse pour le tir des armes guidonnées en bouton ou en épingle (voir les fig. 55, 56, 57, 58).

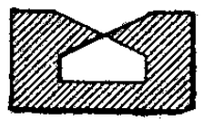


Fig. 55.

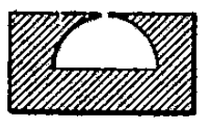


Fig. 56.

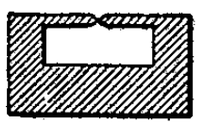


Fig. 57.

Fig. 58.

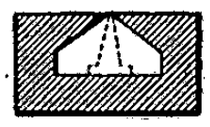


Fig. 59.

La figure nº 59 montre de quelle manière le tireur aperçoit le guidon, et le tracé nº 58 est applicable aux pistolets de tir, en ayant soin bien entendu de donner au guidon de l'arme une élévation en rapport avec celle du centre de la visière.

Toutes les personnes qui s'occupent des armes à feu de précision savent qu'une condition essentielle dans le tir est l'aplomb parfait de l'arme lorsqu'on met en joue. Si cet aplomb n'a pas lieu, la balle dévie soit à droite, soit à gauche, et cela d'autant plus que la position de l'arme aura été plus défectueuse au moment où l'on fait feu. En d'autres termes, pour qu'il y ait de la précision dans le tir, il est indispensable que la ligne de tir (axe prolongé du canon) soit dans un même plan vertical avec la ligne de mire parcourue par le rayon visuel. Or, avec les hausses en usage, le guidon étant presque entièrement masqué pendant que l'on vise, on ne peut guère s'assurer s'il est bien vertical, ce qui indiquerait que l'arme est bien d'aplomb. Aussi n'est-ce que par la pratique que les soldats arrivent à cet aplomb si nécessaire à la précision du tir. Avec le curseur à pointes ce résultat s'obtient plus facilement, par le seul fait qu'apercevant constamment le guidon dans son entier, on a par cela même à sa disposition un point de repère de plus pour voir si l'arme penche soit à droite, soit à gauche.

Depuis l'invention des armes à feu portatives, les progrès accomplis dans leur construction ont toujours été suivis de progrès parallèles faits dans les hausses et les guidons, seul moyen d'ailleurs de régulariser le tir de ces armes et d'en obtenir tout le parti possible. Le guidon fut adapté aux armes à feu à main en 1378, époque à laquelle les principales villes d'Allemagne avaient déjà des tirs à la cible.

En 1600, on connaissait des carabines à 16 rayures, pourvues d'une hausse et d'un point de mire. En 1749, le célèbre général français Gribeauval, à qui l'artillerie doit tant de progrès, rapporta de Berlin une hausse mobile, faite d'une pièce percée de plusieurs trous. Ce même général introduisit le premier la hausse dans le service des pièces de campagne, et il y eut même à cette occasion une discussion des plus passionnées entre les artilleurs, tant il est vrai que les meilleures inventions, avant d'être définitivement adoptées, doivent passer par une période de luttes et d'oppositions souvent irréfléchies.

En Angleterre, l'illustre Congrève, dont le nom se rattache à tant de découvertes ingénieuses, construisit pour les armes à feu portatives une hausse servant à la fois à régler le tir et à mesurer la distance des objets. En 1823, le modèle de cette hausse fut exposé dans la salle des modèles de l'arsenal de Wollwich.

Depuis cette époque, les arquebusiers et les artilleurs ont inventé un nombre infini de hausses ayant les formes les plus variées, et réalisant d'ailleurs d'une façon plus ou moins heureuse les conditions réclamées par les armes de précision.

Les crans de mire ou encoches de ces hausses ont été également l'objet de modifications nombreuses.

En général, les encoches ont aujourd'hui la forme d'un V plus ou moins évasé, par le fond duquel doit passer la ligne de mire. Dans quelques hausses, les encoches sont demi-circulaires, dans d'autres rectangulaires (armes belges, anciennes carabines de Vincennes) ; quelquefois elles consistent dans une simple fente plus ou moins allongée, ou même dans un petit trou rond ou triangulaire, comme dans les hausses dites à trou de certaines carabines suisses et piémontaises.

On trouvera dans l'excellent ouvrage de l'armurier belge Mangeot tous les renseignements désirables sur cette question. Quoi qu'il en soit, et sans nier aucun des mérites de ces différents systèmes de hausse, je ne pense pas qu'aucun d'eux soit supérieur à celui que je propose, tant pour la facilité et la rapidité du pointage que pour la précision du tir résultant de son emploi.

Je terminerai en ajoutant que l'application de mon idée au curseur des armes en service dans l'armée française ne nécessiterait qu'une insignifiante dépense, et, conformément à l'opinion de la Commission

d'artillerie réunie à Toulouse pendant la guerre, aurait déjà pour effet d'assurer le tir aux distances comprises entre 350 et 900 mètres. Pour les armes neuves, si l'on veut appliquer le système dans son entier, il conviendra de construire des hausses *ad hoc,* afin de pouvoir pratiquer une ouverture sous l'encoche du curseur ; mais aussi sous celle de la grande distance et sous celle du but en blanc.

TIR DES BOUCHES A FEU RAYÉES

DOUBLE GUIDON DE POINTAGE.

Mon double guidon de pointage pour les canons est exactement basé sur les mêmes principes qui m'ont guidé dans la modification apportée au curseur mobile de la hausse du chassepot ; mais les avantages qu'il présente, pour la facilité, la rapidité et la précision du tir, sont bien autrement importants.

Jusqu'ici on s'est servi en artillerie, pour les canons de toute espèce, d'une masse de mire ou guidon de forme en général conique, par le sommet duquel les artilleurs doivent viser, lorsqu'ils pointent leurs pièces. Les hommes expérimentés n'éprouvent certainement aucun embarras pour bien diriger la ligne de mire par le point culminant de ce guidon, c'est-à-dire par son axe même ; mais ceux qui sont moins habiles ou ne se rendent pas suffisamment compte de l'importance de la précision du pointage, ceux-là négligent souvent cette précaution et s'inquiètent peu que la ligne de mire dévie légèrement, soit à droite, soit à gauche de ce point culminant. Dès le moment qu'ils aperçoivent nettement le but dans la direction du guidon, ils se croient au pointage et n'hésitent point à faire feu. De là la nécessité de faire rectifier fréquemment le pointage, sous peine d'avoir dans le tir des erreurs latérales (sans parler des autres) d'autant plus considérables que le but à atteindre se trouve plus éloigné. Avec les pièces à longue portée dont est pourvue de nos jours l'artillerie, l'exactitude absolue du pointage est plus nécessaire encore, si l'on veut tirer de ces pièces tout le parti qu'on est en droit d'en attendre.

Frappé des inconvénients présentés par le guidon en usage, en ce qui concerne les hommes peu exercés, je l'ai remplacé par un double guidon horizontal, déterminant la ligne de mire d'une façon beaucoup plus exacte et laissant en outre la vision entièrement libre.

Le double guidon, tel qu'il est actuellement appliqué aux pièces rayées, est formé de deux petites pyramides quadrangulaires dont les sommets viennent se réunir au point même où se trouvait la tête de l'ancien guidon. Placé sur le tourillon gauche de la pièce, il a sa partie

supérieure parallèle à l'axe des tourillons, et par conséquent perpendiculaire au plan de tir, et les pyramides laissent au dessous d'elles un jour suffisant pour qu'on puisse apercevoir distinctement les objets éloignés. Les fig. 60 et 61 montrent deux tracés différents du double guidon, le tracé n° 61 étant celui actuellement employé par l'artillerie.

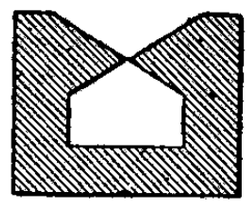


Fig. 60.

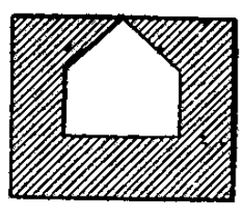


Fig. 61.

Avec le curseur à pointes appliqué à la hausse du chassepot, j'ai rendu l'opération de viser plus facile pour les soldats; mais pourtant je n'ai pu faire disparaître entièrement le petit inconvénient de voir le guidon de l'arme couvrir en partie le but à atteindre. — Avec le double guidon horizontal et la hausse à œilleton adoptée par l'artillerie, cet inconvénient n'existe plus pour les bouches à feu et le pointeur aperçoit toujours le but dans son ensemble, tout en ayant la faculté de ne viser que sur un point déterminé. Ainsi, s'il reçoit l'ordre de viser sur le milieu d'un clocher il apercevra tout à la fois sa base et sa partie supérieure. S'il pointait au milieu de la poitrine d'un homme isolé, il verrait en même temps sa tête et la partie inférieure de son corps. Du reste par sa conformation spéciale, le modèle de double guidon si judicieusement adopté par le colonel de Reffye, décompose naturellement le pointage en deux parties distinctes : pointage horizontal, c'est-à-dire mise en hauteur de la pièce par rapport à l'objet à battre, et pointage vertical qui amène cet objet dans le plan de tir. La partie supérieure du guidon étant, comme je l'ai dit, parallèle à l'axe des tourillons, rend plus faciles ces différentes opérations et sert en outre à indiquer si la pièce est bien d'aplomb. Dans le tir des bouches à feu à longue portée, comme dans celui des armes à feu portatives, il est nécessaire pour la précision du tir, que la ligne de mire, la ligne de tir et la trajectoire suivie par le boulet soient toutes trois dans un même plan vertical. Avec le canon rayé de 4, si une roue est plus basse de 10 centimètres d'un côté que de l'autre, la déviation du boulet est de *19 m, 40* à la distance de 2,000 mètres. Lorsque le terrain ne permet pas de placer les pièces bien d'aplomb, on obvie à cet inconvénient en pointant un peu à droite ou à gauche du but, suivant le côté où penche la pièce.

Examinons maintenant comment on se sert du double guidon. Le pointeur, après avoir disposé la hausse pour la distance où se trouve

l'objet à battre, met d'abord la pièce en hauteur, et la pointe ensuite à la manière ordinaire, jusqu'à ce que l'objet coïncide avec le point de rencontre des deux pyramides. — Ici je ferai remarquer que par sa forme même le double guidon, notamment le modèle nº 60, sert de correcteur au pointeur pour l'empêcher de commettre aucune erreur latérale. En effet, l'œil du pointeur étant fixé dans l'œilleton de la hausse, si une erreur pareille vient à se produire il s'en aperçoit immédiatement, puisqu'alors le but, principalement dans le tir à grande distance, se trouve plus ou moins masqué par l'une ou l'autre des deux pyramides du guidon agissant à la façon d'un écran. Si je puis m'exprimer ainsi, son erreur lui saute à la vue, il sent la nécessité de rectifier le pointage, il amène naturellement le but entre les pointes des pyramides, et dans ces conditions, il faut absolument qu'il pointe bien ou ne pointe pas du tout. Ici pas d'approximation comme avec l'ancien guidon vertical : exactitude complète, ou erreur volontaire, il n'y a pas de milieu ! Je ne parlerai pas des erreurs de pointage dans le sens vertical, car il suffit de s'être servi une seule fois du double guidon pour reconnaître qu'elles ne sont pas possibles. Pour conserver au nouveau guidon cette propriété si essentielle de la correction du pointage dans le sens latéral, il faut que les pyramides mesurent de 30 à 35 degrés d'angle. Avec des angles plus grands elles masqueraient trop le paysage, et d'un autre côté avec des angles plus aigus elles n'osculteraient pas suffisamment les objets, et ne se dessineraient plus aussi nettement à la vue.

Depuis l'invention des canons rayés, et principalement depuis que la science des artilleurs des différentes nations est parvenue à obtenir avec ces pièces des portées énormes dont on ne pouvait avoir aucune idée autrefois, on a senti la nécessité de l'emploi des lunettes d'approche dans le pointage, pour pouvoir suppléer à la vue naturelle dans le tir à grande distance. Bien des recherches ont été faites dans ce sens, qui jusqu'ici n'ont donné que des résultats peu satisfaisants au point de vue pratique, de sorte que la question reste toujours entière. Installer une lunette d'une façon plus ou moins ingénieuse sur une bouche à feu, la mettre en toute circonstance en rapport parfait avec la ligne de mire, n'est point à la rigueur une chose impossible à réaliser ; mais comment conserver cette lunette sur la pièce pendant le feu ? Comment espérer que son installation, si soignée et si intelligente qu'on la suppose, résistera longtemps à l'ébranlement produit par le tir ? Il faudra donc enlever la lunette après chaque pointage et la remettre en place dès que la pièce aura tiré.

Tout cela est long et peu pratique, et je ne connais encore aucun procédé qui permette de résoudre utilement la question. N'oublions pas que les canons sont faits pour la guerre et non pour servir d'exercice

dans les polygones, et qu'il faut à la guerre des choses durables et d'une pratique aisée.

Sans prétendre en aucune façon avoir complétement résolu le problème dont il s'agit, je dirai cependant que le double guidon horizontal, permet, au moyen d'une petite modification de la hausse, de se servir utilement dans le pointage d'une lunette d'approche de Galilée, sans qu'il y ait besoin pour cela d'aucune installation spéciale. A la partie supérieure de la hausse je place, immédiatement au dessus de l'œilleton, une petite élévation triangulaire de la forme décrite fig. 62.

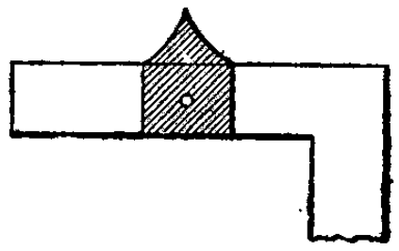


Fig. 62.

Ceci fait, supposons que je pointe, aussi bien que la vue le permet, sur un objet peu distinct ou très-éloigné. Pour rectifier le pointage avec la lunette, je procède de la manière suivante. Je baisse la hausse dans sa boîte, d'une quantité équivalente à la distance qui existe entre le centre de l'œilleton et le sommet de l'élévation triangulaire placée au dessus; en d'autres termes, j'amène le sommet de ce triangle à la place où était l'œilleton. Prenant alors à la main une lunette simple de Galilée, grossissant trois ou quatre fois au maximum, je me porte en arrière de la pièce à environ deux mètres de la culasse, et, à cette distance, la lunette mise préalablement au point me permet de voir distinctement non-seulement le but, mais aussi le double guidon et la partie triangulaire de la hausse. Je puis donc rectifier le pointage avec la même facilité que dans les cas ordinaires. Ici rien de compliqué, pas de mécanisme qui puisse être détraqué par l'ébranlement du tir, rien de dispendieux enfin, puisqu'une lunette valant cinq francs sera plus que suffisante pour cet objet.

Si à une distance de deux mètres en arrière de la pièce, le guidon et le triangle de la hausse étaient un peu confus, il n'y aurait qu'à se reculer de quelques pieds encore; mais je me contente d'éloigner un peu la lunette de l'œil et j'obtiens ainsi toute la netteté désirable.

J'ai soumis en 1871, ce procédé de rectification de pointage à M. le colonel de Reffye; mais j'ignore absolument s'il en a fait l'expérience. Dans tous les cas, je ne crois pas qu'il en existe de plus pratique et de plus simple.

APPLICATION DU DOUBLE GUIDON ET DE LA VISIÈRE A POINTES A L'ARTILLERIE DE MER.

En ce qui concerne le tir, à la mer, des bouches à feu de la marine, mon système de pointage peut être utilisé de plusieurs manières qui donnent des résultats à peu près équivalents.

Le premier moyen consiste à conserver la masse de mire conique en usage, tout en modifiant le cran de mire des hausses, ainsi que je l'ai indiqué pour les armes de précision. C'est en définitive, mais dans de plus grandes dimensions, le curseur à pointes précédemment décrit appliqué à la hausse des canons de marine.

Le second moyen consiste à adapter sur les canons mon double guidon horizontal, auquel on donnera l'une ou l'autre des formes suivantes, que j'ai reconnues être les plus favorables (fig. 63 et 64).

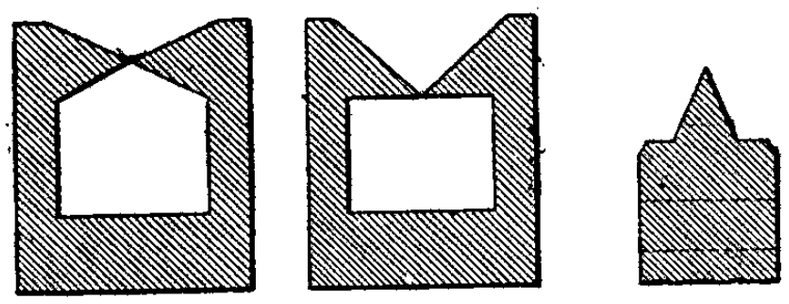


Fig. 63. Fig. 64. Fig. 65.

Quant à la hausse, au lieu d'être munie d'un cran de mire, elle devra être construite de manière à être terminée par une petite élévation triangulaire de la forme indiquée dans la fig. 65. On voit immédiatement qu'avec ce système le chef de la pièce n'a qu'à faire coïncider le but, le centre du guidon et le sommet de la hausse, pour avoir un pointage parfait. C'est aussi simple que le pointage ordinaire et infiniment plus exact.

Un troisième moyen d'appliquer mes idées aux bouches à feu de la marine consiste à se servir à la fois, pour le pointage, du double guidon et de la visière des hausses. Pour cela on place sur le tourillon gauche de la pièce un guidon ayant la forme indiquée dans la fig. 66, c'est-à-dire ayant les côtés inférieurs des pyramides sur une même ligne horizontale. Avec ce guidon, construit dans les dimensions voulues, on emploie une hausse marine dont le cran de mire est remplacé par une visière disposée comme dans la fig. 67 (visière à pointes).

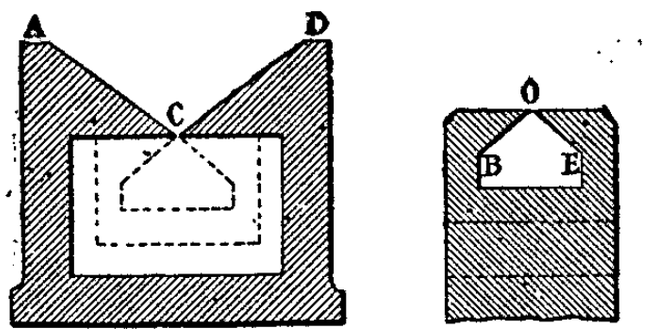


Fig. 66. Fig. 67.

O est le point de la visière par où doit passer la ligne de mire, et l'angle B O E est égal à l'angle A C D du guidon ; de sorte que, pour

obtenir un pointage exact, il n'y a qu'à projeter la visière sur le guidon de manière à ce que le point O coïncide avec le point C et le but à atteindre. Dans ces conditions, les côtés similaires des angles B O E et A C D se trouvent en ligne droite, et le but s'aperçoit dans le sens vertical, absolument comme dans le pointage du canon de sept de l'armée de terre. Les traits ponctués de la fig. 15 montrent comment on projette la visière de la hausse sur le guidon, ce qui ne présente aucune difficulté.

Ce dernier procédé, applicable comme le précédent tout à la fois à l'artillerie de terre et à l'artillerie de mer, est peut-être, malgré son apparente complication, le plus simple et le plus précis de tous ceux que je propose. Je dirai même que, ramené à des proportions convenables, il constituerait le meilleur procédé de pointage pour les carabines de précision dont on se sert dans les tirs nationaux.

Me voici rendu à la fin de ce travail, trop heureux si j'ai pu faire passer quelque conviction dans l'esprit de mes lecteurs. Rendre le pointage plus facile et le mettre à la portée des hommes les moins intelligents, c'est, en définitive, augmenter la puissance et l'efficacité des armes à feu pour décider du gain d'une bataille, c'est donner aux soldats plus de confiance dans leurs armes et développer leur émulation, c'est enfin réaliser une économie pour l'Etat, en ce sens que, pour obtenir un effet désiré, un moindre nombre de coups de canons sera nécessaire.

J'appelle de tous mes vœux de nouvelles expériences, soit dans l'artillerie, soit dans l'infanterie, car c'est principalement en vue de ces armes que j'ai travaillé.

Quant aux chasseurs, mes confrères en saint Hubert; quant aux personnes qui s'adonnent par passe-temps à l'exercice du tir, à tous ceux qui, en dehors de la vie militaire, s'occupent des armes à feu de précision, je me livre à leurs critiques, je soumets mes procédés à leur expérience pratique, pleinement convaincu qu'ils sauront en faire bonne justice s'ils ne présentent aucune utilité, ou les mettre en lumière s'ils sont réellement aussi avantageux que je le pense.

M. Paul GUIEYSSE

Ingénieur hydrographe de la Marine, Répétiteur à l'Ecole polytechnique.

DE LA PROPAGATION DES MARÉES DANS LES RIVIÈRES

— Séance du 20 août 1875. —

La surface de l'Océan est dans un état continuel de mouvement permanent et régulier, qui se manifeste par le phénomène des marées sur nos côtes et dans nos rivières, phénomène que les grandes perturbations atmosphériques troublent à peine momentanément sans jamais le masquer complétement. Sous l'influence attractive de la lune et du soleil, l'eau de la mer se soulève en longues ondulations ou *vagues-marées*, qui se propagent avec une très-grande vitesse (1) et sont accompagnées d'ondes secondaires, dont la longueur et la vitesse dépendent de la profondeur, à peu près comme un son fondamental l'est de ses harmoniques. Cette idée, émise par M. l'ingénieur hydrographe de la Marine Chazallon, dans un mémoire présenté à l'Académie des sciences en 1842, a été traitée vers la même époque par l'astronome anglais Airy, qui, dans un remarquable mémoire *Tides and Waves* (2), a appliqué le premier à la question du mouvement des vagues toutes les ressources de l'analyse mathématique. Cette théorie des vagues sert du reste de base à Airy pour établir une nouvelle théorie des marées plus féconde en résultats pratiques que celle de Laplace ; en particulier, Airy a analysé les différentes circonstances de la propagation des marées dans les rivières, relatives à la loi de la hauteur et des courants, et ce que je présente ici n'est que le développement d'un des problèmes indiqués par Airy, renvoyant pour l'établissement des formules à son mémoire, ou à l'analyse que j'en ai donnée (3).

Dans le cas de *vagues-marées* se propageant dans un canal de largeur et de profondeur constantes, on a les relations :

$$K + k = \frac{k}{1 + \frac{d\,X}{d\,x}} \text{ pour l'équation de continuité,}$$

(1) Par une profondeur de 200^{m}, une vague-marée a une longueur de 2,170^{k} et une vitesse de 175^{k} à l'heure; par une profondeur de 3,000^{m}, la longueur atteint 8,400^{k} et la vitesse 680^{k}.

(2) Voir *Encyclopedia metropolitana*. Vol. V.

(3) *Journal de mathématiques pures et appliquées*, 1875, numéro de décembre.

$\frac{d^2 X}{d t^2} = - g \frac{d K}{d x} \frac{1}{1 + \frac{d X}{d x}}$ pour l'équation du mouvement obtenue

en exprimant l'égalité des pressions en tous sens.

Dans ces équations, k est la profondeur du canal à l'état de repos, K sa variation pendant le mouvement, et X la composante horizontale du déplacement d'une molécule dont la position initiale était x (les abscisses seront comptées à partir de l'embouchure de la rivière, le temps à partir d'une origine quelconque; quant à la composante verticale du mouvement, elle est complétement négligeable devant X). La forme de X sera déterminée, ainsi que les constantes résultant de l'intégration, par la condition de satisfaire à la loi de la marée à l'embouchure, et l'on prévoit déjà, d'après la forme des équations différentielles, que, cette loi s'exprimant d'après l'expérience et les observations par une série de termes de la forme $a \sin n t$, où a et n sont des constantes, la fonction X se composera d'une série de termes de la forme A cos $(n t - q x)$; cette expression ne change pas quand t augmente de $\frac{2\pi}{n}$, ou x de $\frac{2\pi}{q}$; $\frac{2\pi}{n}$ est la *période* et $\frac{2\pi}{q}$ la *longueur* de la vague; $\frac{n}{q}$ est sa vitesse.

Dans le cas d'une rivière de largeur et de profondeur variables, où $z = \varphi(k, x)$ représente la courbe de la section transversale, et $\psi = \int_0^k z \, dk$ l'aire de cette même section, les équations du problème deviennent :

(1) $K = - \frac{1}{\varphi(k, x)} \frac{d}{d x} \left[X. \psi(k, x) \right]$ *équation de continuité,*

et

(2) $\frac{d^2 X}{d t^2} = g \frac{d}{d x} \left\{ \frac{1}{\varphi(k, x)} \frac{d}{d x} \left[X. \psi(k, x) \right] \right\}$, *équation du mouvement,*

et X se compose d'une série de termes de la forme A cos $(n t - M)$, où en général on a : $M = \int q \, dx$ quand la profondeur est variable, et où dans le cas actuel en particulier on a :

(3) $$M = n \int \sqrt{\frac{\varphi(k, x)}{g. \psi(k, x)}} \, d x.$$

En cherchant la valeur de A satisfaisant à ces équations, Airy trouve $A = a \, \psi(k, x)^{-\frac{3}{4}} . \varphi(k, x)^{\frac{1}{4}}$.

Nous allons maintenant étudier le mouvement dans un semblable canal, en tenant compte, comme Airy l'a fait pour d'autres questions, du frottement des molécules d'eau entre elles et contre les rives, frottement que nous prendrons simplement proportionnel à la vitesse du courant ; si donc nous en désignons le coefficient par f, l'équation (2) deviendra :

$$(4)\quad \frac{d^2 X}{d t^2} = -f \frac{d X}{d t} + g \frac{d}{d x}\left\{\frac{1}{\varphi (k, x)} \frac{d}{d x}\left[X. \psi (k, x)\right]\right\},$$

et nous allons chercher à déterminer la fonction A de manière que

$$X = A \cos (n t - M)$$

soit une solution de cette équation.

En substituant et négligeant les différentielles du deuxième ordre et le carré de celles du premier ordre des fonctions φ et ψ, qui varient fort lentement, nous avons :

$$-n^2 A \cos (n t - M) = f n A. \sin (n t - M)$$

$$n\sqrt{g}\left\{\begin{array}{l}\dfrac{1}{\sqrt{\varphi (k, x). \psi (k, x)}} \dfrac{d}{d x}\left[A. \psi (k, x)\right] \\ + \dfrac{d}{d x}\left[\dfrac{A \psi (k, x)}{\sqrt{\varphi (k, x). \psi (k, x)}}\right]\end{array}\right\} \sin (n t - M)$$

$$-n^2 A \cos (n t - M),$$

ou en posant $A \psi (k, x) = \nu$ et $\sqrt{\varphi (k, x) \psi (k, x)} = \mu$:

$$\frac{1}{\mu} \frac{d \nu}{d x} + \frac{d}{d x}\left(\frac{\nu}{\mu}\right) + \frac{f A}{\sqrt{g}} = 0$$

d'où $$\frac{2}{\nu} \frac{d \nu}{d x} - \frac{1}{\mu} \frac{d \mu}{d x} = -\frac{f A}{\sqrt{g}} \frac{\mu}{\nu} = -\frac{f}{\sqrt{g}} \sqrt{\frac{(k, x)}{\psi (k, x)}} ;$$

intégrant et tenant compte de la relation (3), nous avons :

$$l. \nu^2 - l. \mu = -\frac{f}{n} M \text{ ou } \frac{\nu^2}{\mu} = a. e^{-\frac{f}{n} M}$$

a étant une constante, d'où enfin

$$A = a. e^{-\frac{f}{n} M} \psi (k, x)^{-\frac{3}{4}}. \varphi (k, x)^{\frac{1}{4}}$$

et

$$(5)\quad X = a e^{-\frac{f}{n} M} \psi (k, x)^{-\frac{3}{4}} \varphi (k, x)^{\frac{1}{4}} \cos (n t - M).$$

Le terme correspondant de K sera, d'après (1),

$$K = -\frac{1}{\varphi(k,x)}\frac{d}{dx}\left[A.\ \psi(k,x).\ \cos(nt - M)\right]$$

ou

$$K = -\frac{1}{\varphi(k,x)}\left\{\begin{array}{l}\dfrac{d.}{dx}\left[A.\,\psi(k,x)\cos(nt - M)\right] \\ +\,A\,\psi(k,x)\sin(nt - M).\,n\sqrt{\dfrac{\varphi(k,x)}{g\,\psi(k,x)}}\end{array}\right\}$$

le premier terme étant beaucoup plus petit que le second, nous pouvons le négliger, surtout au point de vue du résultat pratique, et prendre simplement :

$$K = -\frac{n}{\sqrt{g}}A\sqrt{\frac{\psi(k,x)}{\varphi(k,x)}}\sin(nt - M)$$

ou

$$(6)\quad K = -\frac{n}{\sqrt{g}}a\,e^{-\frac{f}{n}M}.\psi(k,x)^{-\frac{1}{4}}.\varphi(k,x)^{-\frac{1}{4}}\sin(nt - M).$$

La loi de la marée à l'embouchure est en général donnée par une formule de la forme :

$$(7)\quad K_0 = a_0 + a_1\sin nt + b_1\cos nt + a_2\sin 2nt + b_2\cos 2nt + \ldots.$$

Cherchons la forme du terme de X répondant à a_0 ; soit B cette fonction inconnue de x ;
nous aurons :

$$0 = \frac{d}{dx}\left\{\frac{1}{\varphi(k,x)}\frac{d}{dx}\left[B.\ \psi(k,x)\right]\right\}$$

d'où, en désignant par b et c des constantes :

$$\frac{1}{\varphi(k,x)}\frac{d}{dx}\left[B.\ \psi(k,x)\right] = B$$

et

$$B\ \psi(k,x) = \int b\,\varphi(k,x)\,dx + c.$$

Le terme correspondant de K sera simplement $-b$, et les formes générales de X et K seront donc :

$$(8)\quad X = \frac{1}{\psi(k,x)}\left[\int b\,\varphi(k,x)\,dx + c\right]$$

$$+\,a\,e^{-\frac{f}{n}M}\,\psi(k,x)^{-\frac{3}{4}}\,\varphi(k,x)^{\frac{1}{4}}\cos(nt - M) + \ldots\ldots$$

$$(9)\quad K = -b - \frac{n}{\sqrt{g}} a\, e^{-\frac{f}{n} M} . \psi\,(k, x)^{-\frac{1}{4}} . \varphi\,(k, x)^{-\frac{1}{4}} \sin(nt - M) - \ldots$$

à chaque terme en sin $(nt - M)$ de l'une de ces deux expressions répond un terme en cos $(n\,t - M)$ dans l'autre, et réciproquement.

De plus, en formant la quantité $\frac{dX}{dt}$, nous avons pour la vitesse du courant propre de la marée :

$$(10)\quad \frac{dX}{dt} = -\,n\,a\,e^{-\frac{f}{n} M}\, \psi\,(k,\, x)^{-\frac{3}{4}}\, \varphi\,(k, x)^{\frac{1}{4}} \sin(nt - M) + \ldots$$

Pour déterminer les constantes, il nous suffit d'identifier la valeur de K (9) pour $x = o$, avec celle K_0 donnée par l'observation,

d'où $$-b = a_0 \quad \frac{n}{\sqrt{g}} a\, e^{-\frac{f}{n} M}.\ \psi.\ (k_1 x)^{-\frac{1}{4}} \varphi.\ (k_1\, o)^{-\frac{1}{4}} = a_1, \text{ etc.}$$

Nous allons appliquer ces formules à une rivière de section rectangulaire dont le fond se relève uniformément, et dont les rives rectilignes soient convergentes. Soient α et δ la largeur et la profondeur à l'embouchure, β le coefficient de convergence, et ε la pente du fond ; nous avons alors :

$$\varphi = \alpha - \beta\, x, \quad \psi = (\alpha - \beta\, x)(\delta - \varepsilon\, x),$$

$$M = -\frac{2n}{\varepsilon}\sqrt{\frac{\delta}{g}}\,(1 - \frac{\varepsilon}{2\delta}\, x) + m \qquad (m \text{ étant une constante})$$

et

$$(11)\quad K = -\,b - \frac{n}{\sqrt{g}} \frac{a}{\alpha^{\frac{1}{2}} \cdot \delta^{\frac{1}{4}}}\, e^{\frac{2f}{\varepsilon}\sqrt{\frac{\delta}{g}} - f\frac{m}{n}} . e^{-\frac{f}{\sqrt{g\delta}} x}$$

$$\left(1 + \frac{\beta\, x}{2\alpha} + \frac{\varepsilon\, x}{4\delta}\right) \sin\left(nt - \frac{n}{\sqrt{g\delta}}\, x - m + \frac{2n}{\varepsilon}\sqrt{\frac{\delta}{g}}\right) + \text{etc.}$$

Nous avons négligé dans ces expressions les termes contenant les produits ou les carrés de $\frac{\beta}{\alpha}$ et $\frac{\varepsilon}{\delta}$, quantités toujours fort petites dans la pratique; mais ces termes contenant en même temps x^2, il faut voir dans l'application la valeur de x, que l'on ne peut dépasser sans commettre trop d'erreur. (Voir l'exemple numérique).

Identifions cette valeur de K pour $x = o$ avec celle de K_0 ; nous avons :

$$m = -\frac{2n}{\varepsilon}\sqrt{\frac{\delta}{g}} - d = a_0, \quad -\frac{n}{\sqrt{g}}\frac{a}{\alpha^{\frac{1}{4}}\delta^{\frac{1}{4}}} = a_1, \text{ etc.}$$

d'où

$$(12) \quad K = a_0 + a_1 e^{-\frac{f}{\sqrt{g\delta}}x}\left(1+\frac{\beta x}{2\alpha}+\frac{\varepsilon x}{4\delta}\right)\sin\left(nt-\frac{n}{\sqrt{g\delta}}x\right)+\ldots.$$

et de même :

$$(13) \quad X = \frac{b x\left(1-\frac{\beta}{2\alpha}x\right)+c}{\delta\left(1-\frac{\beta}{\alpha}x-\frac{\varepsilon}{\delta}x\right)}$$

$$-\sqrt{\frac{g}{\delta}}\frac{a_1}{n}e^{\frac{f}{\sqrt{g\delta}}x}\left(1+\frac{\beta x}{2\alpha}+\frac{3\varepsilon x}{4\delta}\right)\cos\left(nt-\frac{n}{\sqrt{g\delta}}x\right)+\ldots$$

et :

$$(14) \quad \frac{dX}{dt} = a_1\sqrt{\frac{g}{\delta}}e^{-\frac{f}{\sqrt{g\delta}}x}\left(1+\frac{\beta n}{2\alpha}+\frac{3\varepsilon x}{4\delta}\right)\sin\left(nt-\frac{n}{\sqrt{g\delta}}x\right)+\ldots$$

la construction des courbes (12) et (14), en y prenant le temps comme variable, permettra d'étudier les circonstances de la marée en un point donné du fleuve, et nous voyons avant tout que K (hauteur au-dessus du niveau moyen) et $\frac{dX}{dt}$ sont toujours de même signe, et passent aumême instant par leurs maxima et leurs minima. Ce résultat se vérifie entre autres points dans la Manche, où les courants sont nuls au moment de l'étale et atteignent leur plus grande force à la haute et à la basse mer.

La construction des courbes (12) et (14), en y considérant le temps comme constant et x comme variable, donnera la forme de l'onde à un instant déterminé et la loi des courants simultanés.

Remarquons en outre, que l'on peut passer de la valeur de K à celle de $\frac{dX}{dt}$ au moyen du facteur $\sqrt{\frac{g}{\delta}}\,\frac{1+\frac{\beta x}{2\alpha}+\frac{3\varepsilon}{4\delta}x}{1+\frac{\beta x}{2\alpha}+\frac{\varepsilon x}{4\delta}}$.

Nous n'avons pas jusqu'à présent supposé que le canal eût un débit propre d'eau douce ; l'introduction de cette nouvelle hypothèse modifiera beaucoup les résultats précédents.

L'expression de X contient un nouveau terme $-V_x t$, qu'introduira un terme correspondant dans celle de K (1), mais V_x variant très-lentement d'un point à l'autre, nous pouvons en négliger l'accélération, et

prendre simplement pour chaque point la valeur de V_x qui y convient ; le terme résultant se confondra avec $-b$ (9). Soit maintenant x' l'abscisse d'un point des bords du canal, où se trouve la molécule d'eau dont l'abscisse primitive était x au repos ; on a : $x' = x + X$, et comme le seul terme de X qui croisse toujours avec le temps est le terme $-Vt$, nous pouvons prendre avec une suffisante approximation $x = x' + Vt$; et pour avoir maintenant les valeurs de X, K et $\frac{dX}{dt}$ pour la station du canal considérée, il suffit de porter cette valeur de x dans les équations (8), (9) et (10), où les constantes a, b, etc., vont devenir des fonctions du temps, et où n sera remplacé par une autre valeur n'

Nous avons ainsi :

$$K = b - \frac{n'}{\sqrt{g}} \frac{a}{\alpha^{\frac{1}{2}} . \delta^{\frac{1}{4}}} e^{\frac{2f}{\varepsilon}\sqrt{\frac{\delta}{g}} - f\frac{m}{n'} - f\frac{Vt}{\sqrt{g\delta}}} e^{-\frac{f}{\sqrt{g\delta}}x'}$$

$$\left(1 + \frac{\beta x'}{2\alpha} + \frac{\varepsilon x'}{4\delta} + \frac{\beta Vt}{2\alpha} + \frac{\varepsilon Vt}{4\delta}\right) \sin\left(n't - \frac{n'Vt}{\sqrt{g\delta}} - \frac{n'x'}{\sqrt{gd}} - m + \frac{2n'}{\varepsilon}\sqrt{\frac{g}{\delta}}\right)$$

Pour identifier cette expression pour $x' = o$ avec K_0, il faut :

$$m = \frac{2n'}{\varepsilon}\sqrt{\frac{g}{\delta}}, \quad n'\left(1 - \frac{V}{\sqrt{g\delta}}\right) = n$$

$$-b = a_0 - \frac{n'}{\sqrt{g\delta}} \cdot \frac{a}{\alpha^{\frac{1}{2}} . \delta^{\frac{1}{4}}}$$

$$e^{-\frac{fVt}{\sqrt{g\delta}}}\left(1 + \frac{\beta Vt}{2\alpha} + \frac{\varepsilon Vt}{4\delta}\right) = a_1$$

et nous pouvons mettre l'expression de K sous la forme suivante, facile à calculer :

$$(15) \quad K = a_0 + a_1 e^{-\frac{f}{\sqrt{g\delta}}x'} \left(1 + \frac{\frac{\beta x'}{2\alpha} + \frac{\varepsilon x'}{4\delta}}{1 + \frac{\beta Vt}{2\alpha} + \frac{\varepsilon Vt}{4\delta}}\right) \sin\left(nt - \frac{nx'}{\sqrt{g\delta - V}}\right) + \ldots\ldots$$

Nous avons de même, en formant X et négligeant $\frac{da}{dt}$ etc., devant a

$$(16)\quad \frac{d\,X}{d\,t} = -V + a_1\sqrt{\frac{g}{\delta}}\; e^{-\frac{f}{\sqrt{g\,\delta}}x'}\left(1+\frac{\frac{\beta\,x'}{2\,\alpha}+\frac{3\,\varepsilon\,x'}{4\,\delta}}{1+\frac{\beta\,V\,t}{2\,\alpha}+\frac{3\,\varepsilon\,V\,t}{4\,\delta}}\right)$$

$$\sin\left(n\,t-\frac{n\,x}{\sqrt{g\,\delta-V}}\right)+\ldots\ldots$$

Si nous posons :

$$(17)\quad 1+\frac{\frac{\beta\,x'}{2\,\alpha}+\frac{3\,\varepsilon\,x'}{4\,\delta}}{1+\frac{\beta\,V\,t}{2\,\alpha}+\frac{3\,\varepsilon\,V\,t}{4\,\delta}} = \lambda\left(1+\frac{\frac{\beta\,x'}{2\,\alpha}+\frac{\varepsilon\,x'}{4\,\delta}}{1+\frac{\beta\,V\,t}{2\,\alpha}+\frac{\varepsilon\,V\,t}{4\,\delta}}\right)$$

nous voyons que, pour passer de la valeur de K à celle de $\frac{d\,X}{d\,t}$, il suffit de retrancher a_0 de K, de multiplier les termes restants par $\lambda\sqrt{\frac{g}{\delta}}$, et de retrancher V du résultat.

La quantité λ est en général assez simple à calculer ; en effet, dans la portion du fleuve où l'on étudie la marée, on peut prendre, en commettant une très-faible erreur, la valeur moyenne de V, ce qui simplifie énormément le calcul.

APPLICATION DE CES FORMULES.

Une rivière ne se présentant jamais dans les conditions des formules précédentes, il faut pour les appliquer faire subir quelques modifications aux données naturelles ; presque toujours il arrive que l'une des rives suivra des courbes de très-grand rayon, lorsque l'autre rive aura été développée en ligne droite ; nous ne faisons ainsi disparaître que l'effet de la force centrifuge, qui est sans grande influence, la courbure naturelle des rives étant très-faible dans les portions des rivières où la marée se fait sentir. Cette première transformation opérée, nous transformons chacune des sections transversales en une section rectangulaire de même largeur ; à la pente irrégulière du fond nous substituons ainsi une pente offrant le plus souvent, comme la rive, une courbe à très-grand rayon, et dans l'intervalle des deux points extrêmes de la rivière où l'on étudie la marée, nous remplacerons la courbe de la rive et celle du fond par la corde moyenne ; le plus souvent cette transformation sera possible, et nous aurons alors avantage à calculer les profils instantanés, qui donnent de suite la courbe de marée en un point quelconque ; quand on n'aura besoin de la marée qu'en un ou deux points spéciaux, ou que les transformations ne pourront se faire

assez rigoureusement pour toute la longueur des rives, on sera obligé de tracer les cordes moyennes de l'embouchure à chacun des points étudiés, et de calculer directement la courbe de la marée.

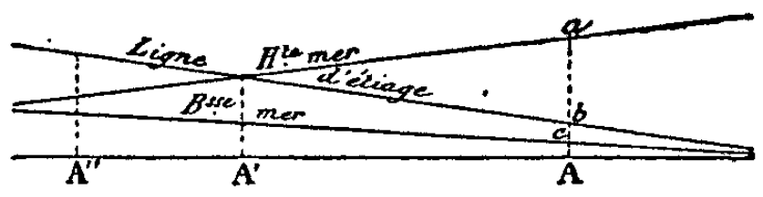


Fig. 68.

Il est une autre circonstance dont nous n'avons pas encore tenu compte ; l'eau douce de la rivière n'agit pas seulement par sa vitesse, qui entre déjà dans les formules, son volume vient modifier beaucoup le phénomène des marées en élevant le niveau des mers basses. Soit (fig. 68) une coupe en profil d'une rivière ; à mer basse, le niveau de l'eau douce est représenté par une certaine courbe d'étiage en rapport avec la vitesse (nous la supposerons rectiligne, ainsi que les deux courbes de profils simultanés à haute et à basse mer); en A, la hauteur A *a* de la haute mer restera la même ; mais la basse mer, qui devait descendre en *c,* ne descendra qu'en *b,* et l'observation montre (fig. 69) que la marée, qui devait monter de *d* en *c,* ne se fait sentir que lorsque l'onde a atteint la cote de *c,* elle monte alors brusquement ; au contraire, dans la descente, il y a une courbe de léger raccord vers *d'*, courbe variant suivant la hauteur d'étiage. A partir de A', la marée ne se fait plus sentir ; et comme l'expérience du calcul montre que les résultats numériques varient fort peu pour des valeurs très-différentes de la vitesse V, les mêmes courbes de marée peuvent servir encore avec des lignes d'étiage très-diverses ; c'est ainsi que dans l'exemple suivant, en prenant une vitesse moyenne constante de 50^{m}, les vitesses extrêmes à l'embouchure et à 64 kil. de distance étant de 30^{m} et de 70^{m} par minute, le maximum de l'erreur était à peine de 3^{cc}.

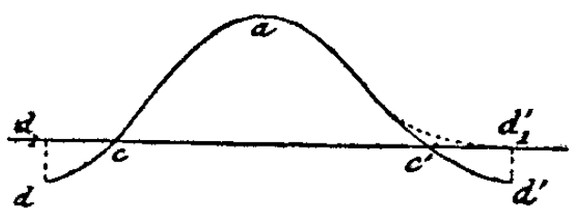


Fig. 69.

Dans cet exemple, nous avons cherché à nous rapprocher de l'état de la Loire, supposée canalisée depuis Nantes jusqu'à Saint-Nazaire, entre deux rives convergentes (voir le *Mémoire* de M. l'ingénieur des ponts et chaussées Lechalas), et nous avons pris, d'après ce mémoire et les cartes du Dépôt de la Marine, les données suivantes :

La profondeur à l'embouchure..... $\delta = 10^m$
La pente moyenne ..... $\varepsilon = 0{,}0001$
La largeur à l'embouchure..... $\alpha = 1600^m$
La convergence des rives ..... $6 = 0{,}024$

Ces nombres donnent des valeurs très-petites pour $\frac{6}{\alpha}$ et $\frac{\varepsilon}{\delta}$ et permettent l'application des formules sans aucune erreur pour la distance de 64 kil., cette distance pourrait même être plus que doublée. La minute est prise comme unité de temps ; la marée à l'embouchure est celle de vive eau de Saint-Nazaire, du 8 février 1860, dont l'équation est :

$$K = 0^m{,}21 + 0{,}64 \sin nt - 2{,}61 \cos nt - 0{,}02 \sin 2\,nt - 0{,}25 \cos 2\,nt - 0{,}03 \sin 3\,nt - 0{,}10 \cos 3\,nt - 0{,}01 \sin 4\,nt - 0{,}10 \cos 4\,nt.$$

La période de la marée, qui dure un peu moins de 12 heures, a été divisée en douze douzièmes, que nous considérons comme des heures, et le moment de la basse mer est pris pour origine du temps. (Voir la planche I.)

Quant au frottement, nous en avons calculé la valeur moyenne, ramenant la vitesse V_0, à l'embouchure, à la valeur qu'elle y aurait si la section y était la même qu'au point le plus éloigné en amont ; et nous avons la relation :

$$V_0 = V + g\varepsilon\, t - f\,\frac{(V + V_0)}{2}\, t$$

le frottement agissant en sens inverse de l'accélération due à la pesanteur, et t étant le temps employé à parcourir l'espace précédent ; nous avons ainsi obtenu $f = 0{,}01473$. On voit par l'inspection des courbes que les heures de la haute et de la basse mer sont en retard de 2^h à $2^h\,{}^1/_2$ sur celles de ces phases à l'embouchure, et que la durée de la baissée est toujours plus grande que celle de la montée ; l'amplitude de la marée diminue rapidement. Quant aux courants, dont on n'a évidemment que la valeur moyenne pour une section donnée, les mêmes courbes nous servent en prenant les précautions indiquées plus haut ; l'échelle seule est différente et calculée pour chaque point au moyen du rapport $\lambda \sqrt{\frac{g}{\delta}}$; nous voyons qu'au 32^k le courant de flot cesse de se faire sentir. Tous ces résultats seraient naturellement modifiés, si nous avions tracé les courbes d'étiage comme nous l'avons dit plus haut, fig. 68 et 69.

Dans notre exemple, nous avons de plus supposé l'existence d'un *barrage* au 64e kilomètre ; en général, dans le cas d'un barrage, à une

distance d de l'embouchure, à tout terme sin nt de K_0, correspond un terme en sin $(nt \pm M)$, – pour l'onde directe, et + pour l'onde réfléchie, et les constantes se déterminent par les conditions que la valeur de K soit identique à K_0 pour $x = o$ et que $\frac{dx}{dt}$ soit constamment nul pour $x = d$; cette détermination de constantes étant très-pénible dans le cas actuel, il est plus simple de considérer la marée directe au point de barrage et de la prendre comme origine d'une marée réfléchie, qui, se propageant entre des rives divergentes, diminuera rapidement et s'interférera avec la marée directe. Ce calcul est beaucoup moins long que le premier, les coefficients numériques des valeurs différentes de K diminuant à mesure que l'on s'éloigne de l'embouchure; c'est ainsi qu'au 64e kilomètre, cette valeur est simplement :

$$K = 0^m\,21 + 0{,}06 \sin (nt - 78^\circ\,56') - 0{,}26 \cos (nt - 78^\circ\,56') - 0{,}02 \cos (2nt - 157^\circ\,52')$$

Les effets de surélévation de la marée résultant d'un barrage, se produisent souvent dans les fleuves sans qu'une digue réelle existe, toutes les fois par exemple qu'un rétrécissement brusque se présente ; il faut alors, dans ce cas, apprécier le rapport suivant lequel la marée réfléchie se produit. La théorie précédente et les formules qui la résument peuvent servir à apprécier d'avance l'influence des travaux exécutés dans la partie maritime du fleuve, et à calculer les courbes de marée intermédiaire entre deux points d'observation éloignés, ce qui est fort important dans le levé des cartes hydrographiques pour ramener tous les sondages au même plan de comparaison.

DISCUSSION

M. Joly fait observer que les formules ne tiennent pas compte du débit propre de la rivière et ne sauraient fournir de résultats exacts pour des fleuves pour lesquels ce débit, pendant la plus grande partie de l'année, a une importance considérable : sur la Loire, par exemple, les courbes de marées sont très-différentes, dans le voisinage de Nantes, suivant que le fleuve est à l'étiage ou en crue ; la basse mer se relève de plus en plus à mesure que les eaux d'amont deviennent plus abondantes; dès qu'elles dépassent $1^m\,40$ au dessus du zéro de l'échelle de la Bourse à Nantes, la haute mer elle-même subit un relèvement analogue; la marée est à peine sensible dans les crues dépassant 5 mètres.

M. PHILIPPE DE BROCA

Capitaine de port à Nantes, ancien lieutenant de vaisseau.

CANOT DE SAUVETAGE INCHAVIRABLE

— Séance du 21 août 1875. —

Le principe de cette nouvelle embarcation, dont l'invention remonte à quelques années déjà, repose uniquement sur l'idée d'utiliser l'espace perdu compris dans le milieu d'un canot entre les hommes qui rament à couple. Chacun sait, en effet, que, dans les embarcations de cette nature, les rameurs assis sur le même banc ont, entre leurs têtes, une distance d'environ 0m 60 ; il est donc possible, dans un bateau de sauvetage du type de ceux employés par la Société centrale de sauvetage de France, d'établir, au milieu, un flotteur longitudinal occupant l'espace perdu dont je viens de parler.

A mon sens, les canots de sauvetage actuellement en usage, quoiqu'ayant, du reste, d'excellentes qualités, ne sont pas *assez inchavirables,* si je puis m'exprimer ainsi. Cette dernière condition, la plus précieuse aux yeux des marins, prime toutes les autres, et cela est si vrai que, pendant dix années que j'ai habité le Havre, j'ai vu constamment les sauveteurs s'embarquer, de préférence, dans un vieux canot anglais appartenant à la Chambre de commerce, par la seule raison qu'il n'y avait pas d'exemple qu'il eût chaviré.

Dans mes recherches sur les embarcations de sauvetage, c'est donc cette propriété d'*être inchavirables* que j'ai eu principalement en vue, et je crois fermement avoir résolu le problème, sauf, bien entendu, les cas exceptionnels de lames roulantes auxquelles on ne saurait jamais résister.

Le nouveau moyen que je propose, pour empêcher que les canots en question ne chavirent entièrement, consiste dans l'emploi d'un flotteur allongé A établi dans le plan longitudinal de l'embarcation (fig. 70), allant de bout en bout, sauf aux extrémités, où il est interrompu pour la construction de petits coffres à air à l'avant et à l'arrière C, C′, et pour qu'on puisse circuler d'un bord à l'autre.

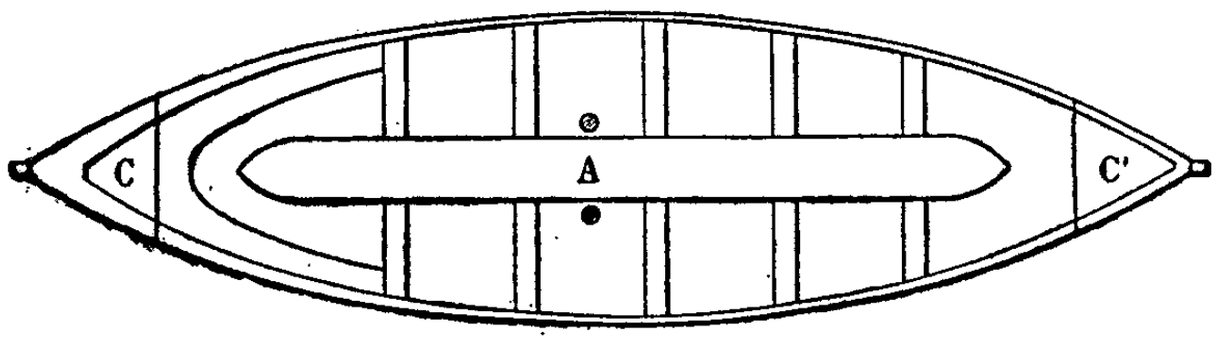


Fig. 70.

Dans un bateau de sauvetage, du type de ceux adoptés par la Société centrale de Sauvetage, qui ont 9m 78 de longueur sur 2m 20 de largeur, le flotteur central a 6m 00 de long sur 0m 50, environ, de diamètre dans sa partie supérieure ; de forme cylindrique dans le haut, il est évidé par le bas, de manière à ce que les hommes ne soient point gênés dans l'action de ramer à couple. Fixé à demeure sur les bancs de l'embarcation, sa hauteur ne dépasse pas la ligne qui joint les sommets des étraves, de sorte que, vu par l'avant du bateau, il ne fait presque pas de saillie, et que, par le travers, il est en grande partie masqué par les marins assis sur les bancs.

Le flotteur en question a pour effet de s'opposer à ce qu'un canot finisse de chavirer, lorsque, par malheur, sous l'effet d'un violent coup de mer, il a déjà un côté entièrement dans l'eau. A ce moment critique, lorsque le flotteur vient à appuyer sur l'eau, il agit, si l'on peut s'exprimer ainsi, à la façon d'une bouée, arrête le mouvement d'inclinaison du bateau, et le coup ou les coups de mer passés, ce dernier se redresse immédiatement (fig. 71), grâce au coffre latéral immergé *c*, *c'* et à la

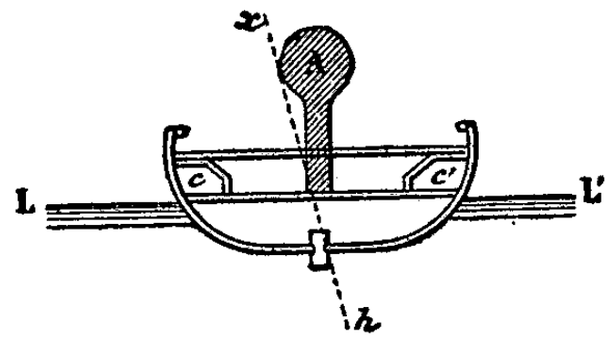


Fig. 71.

quille pesante. Le flotteur central sert également à empêcher les marins d'être renversés les uns sur les autres et d'être jetés à la mer, car ils n'ont qu'à s'accrocher dessus en attendant que l'embarcation soit redressée. A cet effet, une filière en corde est établie des deux bords à la partie supérieure du flotteur, et les hommes n'ont qu'à la saisir dès qu'ils se sentent en danger.

Si, par hasard, le bateau de sauvetage venait à chavirer entièrement

sous l'effort d'un coup de mer exceptionnel, le flotteur longitudinal aiderait puissamment à son redressement.

Pour répondre d'avance aux objections qu'on pourrait faire à l'établissement d'un flotteur dans le milieu d'un canot de sauvetage se nageant à couple, je dirai :

1° Que ce flotteur occupant une place nécessairement perdue lorsque les hommes nagent, on ne pourra pas lui reprocher de diminuer l'espace utilisable de l'embarcation.

2° Que lorsque le canot inclinera sous l'effort d'un coup de mer, les hommes du vent ne tomberont point sur ceux de sous le vent, ce qui contribue souvent à faire chavirer.

3° Que les hommes placés sous le vent, ne recevant jamais l'embrun des lames, conserveront mieux tous leurs moyens d'action pour manœuvrer les avirons, qui sont ainsi moins exposés à s'engager.

4° Qu'il sera toujours facile, au moyen d'un manchon étanche traversant le flotteur, d'établir une mâture à l'embarcation en question.

5° Qu'enfin la sécurité du bateau résidant plus particulièrement dans le flotteur central qui se trouve à l'abri des accidents, il sera facile de construire d'une manière plus économique les embarcations de sauvetage. Tout bon canot en bois, se ramant à couple, pourrait, au besoin, être transformé en bateau de sauvetage avec une minime dépense.

M. JUDIC

(De Mesquer)

RAILWAY-MARIN

EXTRAIT

— Séance du 20 août 1875. —

Un industriel de Mesquer (Loire-Inférieure), M. Judic, a inventé un railway, destiné à faciliter la réparation et la visite des navires, qui est une sérieuse innovation. Cet engin, aussi ingénieux que pratiquement conçu, a été expérimenté avec succès dans le chantier de constructions maritimes de l'inventeur, à Merquel, en Mesquer.

Le nouveau mode de radoubage qui vient se mettre en parallèle avec les grils, les pontons, les docks flottants, les formes sèches, ne saurait être confondu avec les railways en usage en Angleterre et en Amérique dans les chantiers de halage. En effet, ces derniers servent tout simplement à amener, par un moyen primitif,

un navire sur le chantier et à le hisser avec des secousses qui le font beaucoup fatiguer.

Il existe également un système de halage en travers, qui, au premier abord, semble très-avantageux ; mais l'expérience a démontré que sous l'effort de la pression et du tangage produit par ce procédé, qui n'est pas logique, puisque habituellement le navire avance ou recule dans le sens de sa longueur, il se produit des effets qui nécessitent des réparations onéreuses.

Le système Judic ne saurait être l'objet des mêmes critiques et il offre des avantages considérables, tant dans l'économie des réparations que dans la célérité des travaux et dans les facilités offertes à la navigation.

Le procédé consiste dans l'établissement de voies ferrées placées en éventail au moyen de croisements et qui partent toutes d'un radier, dont l'extrémité se trouve à une profondeur suffisante, au dessous du niveau de la mer, pour que les plus grands navires puissent y arriver. On place trois, quatre, cinq, six voies, ou même davantage, selon le nombre des navires que l'on veut avoir sur le chantier en même temps.

Un pont roulant, ingénieusement et solidement agencé, sert spécialement aux changements de voies.

Un charriot, composé de plusieurs segments tout à fait semblables que l'on peut détacher ou réunir à volonté, selon la grandeur du navire, est destiné à recevoir le navire dès qu'il arrive sur le radier et à le transporter sur le chantier, puis à le reconduire à la mer lorsque les travaux sont achevés.

Une locomobile qui circule en tête des diverses voies ferrées sert à opérer le montage et la descente.

Le point essentiel, lorsqu'on met un navire en réparation, est de trouver la possibilité de l'empêcher de fatiguer pendant son séjour sur le chantier. Le système Judic satisfait complétement à cette sérieuse condition, car un navire ne peut être plus convenablement installé que sur un chantier de construction.

Un agencement bien combiné maintient le navire en équilibre pendant le montage ou la descente.

En résumé, le système Judic se compose d'un chantier de construction ordinaire sur lequel sont amenés, à l'aide d'un railway et de divers engins parfaitement disposés, les navires à réparer. — Le moyen est simple et logique et tous les avantages en ont été judicieusement calculés. Il s'applique aussi bien au petit chasse-marée qu'aux plus grands voiliers et aux steamers. — Grâce au bon agencement, le travail se fait rapidement et avec une grande facilité.

Il a paru utile de signaler à l'Association française pour l'avancement des sciences cette intéressante et précieuse invention d'un homme essentiellement pratique, invention qui nous semble mériter d'être connue et propagée, car elle est appelée à rendre de grands services en diminuant considérablement les frais de réparations des navires par suite de la célérité avec laquelle elles pourront être faites.

M. A. FASCI

Professeur d'hydrographie à la chaire nationale de Nice.

SUR LA SOLUTION FINALE DES PROBLÈMES DE LA NAVIGATION HAUTURIÈRE

EXTRAIT.

— *Séance du 20 août 1875.* —

INTRODUCTION

Les nombreux travaux qui ont eu pour but d'établir les procédés actuellement employés pour déterminer le point observé du navire et les éléments des courants à la surface des mers, n'ont pas encore atteint la solution finale que la science indique d'une manière claire.

L'illustre Mercator est le premier qui ait établi la solution simple des problèmes de la navigation estimée, solution finale qui, suivant nous, ne subira pas de modication. Comme de son temps la navigation hauturière était encore inconnue, son génie n'a pu se préoccuper de cette question. Cependant c'est par sa fonction des latitudes croissantes que l'on arrive à la solution finale des problèmes de la navigation hauturière. C'est là une conséquence naturelle des vérités scientifiques fondamentales. Nos deux publications sur ce sujet : le *Mémoire sur le point observé et la détermination des courants à la surface des mers* et la *Navigation hauturière* ne laissent aucun doute sur cette affirmation. Pourtant, comme ces mémoires renferment quelques lacunes, nous avons dû les combler par une nouvelle publication : *La théorie des lieux géométriques du navire*, qui va être publiée dans les annales hydrographiques. Ces trois publications ont été approuvées par le comité hydrographique du dépôt des cartes et plans de la marine nationale. Mais comme la théorie n'est pas toujours à la portée de tous les navigateurs, nous avons cru devoir rédiger des notes pouvant être comprises par la plupart d'entre eux, et renfermant des règles pratiques considérées comme finales par les hommes compétents auxquels elles ont été soumises.

En résumé, la hauteur d'un astre défini, déterminée à un instant connu du premier méridien, permet de tracer sur la carte réduite une courbe logarithmique, ligne de position du navire, nommée courbe de hauteur. La tangente à cette courbe fait avec les parallèles de la carte un angle égal à l'azimut de l'astre considéré et relatif à un observateur qui est par une latitude donnée. Le calcul simultané de l'heure et de l'azimut permet de tracer facilement cette tangente. La table des cordes osculatrices, consultée à vue, donne la distance du point de contact au point de la tangente qui est distant d'un mille de la courbe. Comme cette

distance peut se porter sur les deux directions de la tangente issues du point de contact, on obtient une longueur double de la corde osculatrice dont les points sont distants de la courbe de moins d'un mille. Cette longueur vaut en moyenne 120 milles, quantité plus que suffisante pour qu'on puisse, dans la pratique, considérer la courbe et la tangente comme se confondant à un mille près.

De cette nouvelle propriété des cartes de Mercator, on déduit les solutions très-simples des problèmes de la navigation hauturière, qui sont contenues dans les notes ci-après.

NOTE I

RÉSUMÉ THÉORIQUE DES PROPRIÉTÉS FONDAMENTALES DE LA FAMILLE DES COURBES DE HAUTEUR

A un instant donné θ, temps moyen du premier méridien, tous les zéniths qui sont équidistants d'un astre défini, forment une circonférence isohauturière, nommée aussi cercle de hauteur ou circonférence de position. Cette circonférence coupe les parallèles de la sphère sous un angle égal à l'azimut correspondant de l'astre. Sa représentation sur la carte réduite prend le nom de courbe de hauteur. Comme cette carte conserve les angles de la sphère, la tangente à la courbe de hauteur fait avec le parallèle correspondant un angle égal à l'azimut de l'astre.

La famille des courbes de hauteur se divise en trois genres. Le premier genre est défini par l'inégalité $d < h$; d étant la déclinaisou de l'astre et h la hauteur de celui-ci prise à l'instant θ.

Les coordonnées d'un point de la courbe de hauteur sont : la latitude croissante L de ce point et sa longitude g; en prenant pour axe des abscisses g l'équateur et pour axe des coordonnées L le premier méridien. Si on remplace ce dernier par le méridien astral il faut remplacer g par H, qui est l'heure de l'astre relative, au point considéré de la courbe de hauteur. Les abscisses g et H sont liées par la relation $g = \mathrm{H} + \mathrm{E}\,a - \theta$, $\mathrm{E}\,a$ est l'équation astrale qui vaut $\text{Æ} - \text{Æ}\,m$, où Æ est l'ascension droite de l'astre et Æ m l'ascension droite moyenne, pour l'instant θ. Les longitudes positives sont E, et les négatives sont O.

En prenant pour unité le rayon équatorial, l'équation du premier genre a la forme $\mathrm{L} = \mathfrak{L}.\left[\dfrac{\left(\cos \mathrm{H} \pm \sqrt{\frac{\cos^2 h}{\cos^2 d} - \sin^2 \mathrm{H}}\right)\cos d}{\sin h - \sin d}\right]$; $\mathfrak{L}.$ représentant la caractéristique des logarithmes népériens. Ce genre a, à peu près, la forme d'une ellipse, il est dit ellipsoïdal. Son grand axe est situé sur le méridien astral, ses extrémités sont sur les parallèles $l_1 = d - n$, $l_2 = d + n$, n étant la distance zénithale de l'astre.

Le petit axe est situé sur le parallèle l_3 donné par la relation $\sin l_3 = \dfrac{\sin d}{\sin h}$, ses extrémités sont situées sur les méridiens $\pm \mathrm{H}_1$, H_1 étant donné par la relation $\sin \mathrm{H}_1 = \dfrac{\cos h}{\cos d}$.

Les parallèles l_1, l_2 sont nommés parallèles limites. Le parallèle l_3 est nommé parallèle des azimuts droits. Les méridiens $\pm$ H_1 limitent la courbe dans le sens E. O. et les parallèles l_1, l_2 la limitent dans le sens N. S. Cette courbe a sa concavité tournée vers l'astre.

Le deuxième genre est défini par l'égalité $d = h$ son équation à la forme $L = \mathfrak{L}. \frac{tg\, d}{\cos H}$. Il a pour axe le méridien astral et pour asymptotes les méridiens $\pm$ 6 heures de l'astre. Sa forme est celle d'un U dont les branches sont infinies. Il est dit asymptotique. Cette courbe est concave vers l'astre. Le troisième genre est défini par l'inégalité $d > h$. Son équation a la forme

$$L = \mathfrak{L}. \left[\frac{-\cos H + \sqrt{\frac{\cos^2 h}{\cos^2 d} - \sin^2 H}}{\sin d - \sin h} \right] \cos d.$$ Ce genre est dit sinusoïdal, il a deux points d'inflexion qui sont des centres de la courbe situés sur les méridiens de $\pm$ 6 heures de l'astre et sur le parallèle l_4 donné par la relation $\sin l_4 = \frac{\sin h}{\sin d}$. Ce parallèle est nommé parallèle des azimuts maximums. Cette courbe est concave vers l'astre avec l'angle horaire, plus petit que 6 heures, et convexe vers l'astre avec cet angle, plus grand que 6 heures. Ce dernier cas est le seul où les courbes de hauteur sont convexes vers l'astre.

Les courbes de hauteur ont toutes la même équation différentielle qui a la forme $L = L_1 + tg\, Z_1\, dg + \frac{tg\, Z_1\, (dg)^2 \text{ arc } 1''}{2 \cos^2 Z_1\, tg\, H_1} + \text{etc...}$

L, L_1, dg, sont les mesures des longueurs qu'elles représentent, l'arc de 1" de l'équateur étant l'unité de mesure. La relation $g = H + E\, a - \theta$ différentiée donne $dg = d\, H$, attendu que $E\, a$ et θ sont constants pour une même courbe de hauteur, on peut donc indifféremment employer dg ou $d\, H$.

L_1 est le nombre de secondes de la latitude croissante qui correspond à la latitude géocentrique estimée λ_1.

Z_1 et H_1 sont l'azimut et l'heure, calculés avec cette latitude. La longitude g_1 se déduit de la relation $g_1 = H_1 + E\, a - \theta$.

$L_1 = (\lambda_1)_c$ et g_1 sont les coordonnées d'un point de la courbe de hauteur situé sur le parallèle dont la latitude croissante est $(\lambda_1)_c$. Les coordonnées d'un point de la courbe voisin de ce dernier sont L et $g = g_1 + dg$.

Dans la pratique, on se sert de la latitude estimée géographique l_1 et de la hauteur vraie rapportée au zénith apparent. L'heure H_1 est la même dans les deux calculs. Quant à l'azimut Z_1 il diffère du véritable d'une quantité qui au maximum est 12', quantité négligeable dans la pratique, puisque les rapporteurs ne sont gradués que par trentaines de minutes.

L'ordonnée $d\, L$ comptée à partir du parallèle estimé L_1 est

$$d\, L = L - L_1 = tg\, Z_1\, dg + \frac{tg\, Z_1\, (dg)^2 \text{ arc } 1''}{2 \cos^2 Z_1\, tg\, H_1} + \text{etc.} = tg\, Z_1\, dg + (e)_c;$$

$(e)_c$ représentant la valeur de tous les termes qui viennent après le premier.

Si on néglige $(e)_c$ on a la relation $(d\,L)_1 = tg\,Z_1\,dg$, qui est l'équation de la tangente à la courbe de hauteur au point (L_1, g_1). L'équation de la normale est évidemment $(d\,L)_2 = -\cot g\,Z_1\,dg$.

La relation $d\,L = tg\,Z_1\,dg + (e)_c$ est l'équation d'une sécante parallèle à la tangente $(d\,L)_1 = tg\,Z_1\,dg$ et passant par le point de la courbe, dont les coordonnées sont $d\,L$ et dg, dg étant la véritable indépendante. Quand le navire se trouve à ce point, cette sécante prend le nom de droite de hauteur des astres. $(e)_c$ prend le nom de segment méridien, si on s'arrête au second terme du développement, ce qui est très-suffisant pour la pratique, on a $(e)_c = \frac{tg\,Z_1\,(dg)^2 \text{ arc } 1''}{2\cos^2 Z\ tg\,H_1}$.

Dans la pratique, on connaît l'ordonnée $(d\,L)_1$ qui correspond à l'abscisse $dg = (d\,L)_1 \cot g\,Z_1$ en substituant cette valeur de dg dans celle de $(e)_c$, on a :

$(e)_c = \frac{(d\,L)_1^2 \text{ arc } 1''}{2\sin Z_1 \cos Z_1\ tg\,H_1} = \frac{(d\,L)_1^2 \text{ arc } 1''}{\sin 2\,Z_1\ tg\,H_1}$. Pour obtenir cette valeur sans calcul au moyen des tables X et Y *du mémoire du point observé,* on lui donne la forme $(e)_c = \frac{(d\,L)_1^2 \text{ arc } 15''}{15 \sin 2\,Z_1\ tg\,H_1}$.

DE L'ÉLÉMENT NORMAL Δ

Si d'un point de la courbe, voisin du point de contact d'une tangente, on abaisse une perpendiculaire sur la normale correspondante, la distance du pied de cette perpendiculaire au point de contact est ce qu'on nomme l'élément normal Δ, qui se compte toujours dans le sens de la concavité de la courbe. Son expression est évidemment $\Delta = (e)_c \cos Z_1 = \frac{(d\,L)_1^2 \text{ arc } 1''}{2 \sin Z_1\ tg\,H_1}$. Pour l'obtenir sans calcul par les tables X et Y, et par la même règle qui donne le segment méridien, on lui donne la forme $2\,\Delta = \frac{(d\,L)_1^2 \text{ arc } 15''}{15 \sin 2\left(\frac{Z_1}{2}\right) tg\,H_1}$. Connaissant $2\,\Delta$, on divise cette valeur par 2 et l'on obtient Δ.

DU RAYON DE COURBURE ρ ET DE LA CORDE OSCULATRICE O.

L'équation différentielle de la famille des courbes de hauteur donne

$$\frac{dy}{dx} = \frac{dL}{dg} = tg\,Z,\ \frac{d^2y}{dx^2} = \frac{d^2L}{dg^2} = \frac{tg\,Z}{\cos^2 Z\ tg\,H}.$$

L'analyse donne

$$\rho = \frac{\left[1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2\right]^{\frac{3}{2}}}{\frac{d^2y}{dx^2}} = \frac{\left[1 + \left(\frac{dL}{dg}\right)^2\right]^{\frac{3}{2}}}{\frac{d^2L}{(dg)^2}} = \frac{\left(1 + tg^2\,Z\right)^{\frac{3}{2}}}{\frac{tg\,Z}{\cos^2 Z\ tg\,H}}$$

$= \dfrac{\left[1 + tg^2 Z\right]^{\frac{3}{2}} \cos^2 Z \; tg \; H}{tg \; Z}$, mais $1 + tg^2 Z = \dfrac{1}{\cos^2 Z}$ par suite $\left(1 + tg^2 Z\right)^{\frac{3}{2}} = \dfrac{1}{\cos^3 Z}$, d'où $\rho = \dfrac{tg \; H}{\sin Z}$. Si l'on veut exprimer ρ en minutes de l'équateur, on aura $\rho = \dfrac{tg \; H}{\sin Z \times \text{arc } 1'}$. On sait que $\dfrac{\sin H}{\sin Z} = \dfrac{\cos h}{\cos d} = \dfrac{1}{c}$, par suite $\rho = \dfrac{\cos h}{\cos d \cos H \text{ arc } 1'} = \dfrac{1}{c \cos H \text{ arc } 1'}$.

c arc 1' est ce qu'on nomme la courbure méridienne. c arc 1' $\times$ cos H est la courbure pour un point dont l'abscisse est H. La droite qui joint le point de contact à un point voisin de la circonférence osculatrice se nomme corde osculatrice O. La géométrie démontre facilement que $O^2 = \Delta \times 2 \rho$, Δ étant l'élément normal ou la projection de la corde osculatrice sur le rayon de courbure. De là on déduit $O = \sqrt{\Delta \times 2 \rho} = \sqrt{\dfrac{2 \Delta \cos h}{\cos d \text{ arc } 1'}} \times \sqrt{\dfrac{1}{\cos H}}$. Quand $H = O$, on a la corde osculatrice méridienne O_m qui a pour expression $O_m = \sqrt{\dfrac{2 \Delta \cos h}{\cos d \text{ arc } 1'}}$. Si le point choisi sur la circonférence osculatrice n'est distant que d'un mille de la tangente commune à la courbe et à la circonférence, on a $\Delta = 1$ et par suite $O_m = \sqrt{\dfrac{2 \cos h}{\text{arc } 1' \times \cos d}} = \sqrt{\dfrac{2 \cos h}{\text{arc } 1''}} \times \sqrt{\dfrac{1}{\cos d}}$. Pour construire la table des cordes osculatrices méridiennes, on met les valeurs de h sur une ligne horizontale et celles de d dans une colonne verticale. On suppose d'abord que $d = o$ et l'on obtient la première ligne horizontale. Pour obtenir la deuxième ligne horizontale on fait $d = 40°$ par exemple, et on obtient les valeurs de cette ligne qui sont les produits des premières valeurs par $\sqrt{\dfrac{1}{\cos d}}$. En continuant, on construit la table des cordes osculatrices méridiennes. Pour avoir la table complète, il suffit de mettre les valeurs de H en regard des valeurs de d.

TABLE DES CORDES OSCULATRICES

HEURES ASTRONOMIQUES		DÉCLINAISON.	HAUTEURS									DÉCLINAISON.	HEURES ASTRONOMIQUES	
h m	h m		0°	40°	50°	60°	70°	80°	85°	89°	90°		h m	h m
0	12	0°	82', 92	72', 58	66', 48	58', 63	48', 49	34', 16	24', 48	10', 95	0	0°	12	24
2 40	9 20	40°	94, 74	82', 92	75, 96	66, 99	55, 41	39, 3	27, 97	12, 52	0	40°	14 40	21 20
3 20	8 40	50°	103, 4	90, 52	82, 92	71, 40	60, 49	42, 60	30, 53	13, 35	0	50°	15 20	20 40
4	8	60°	117, 3	102, 6	94, 2	82, 92	68, 58	48, 31	34, 62	15, 50	0	60°	16	20
4 40	7 20	70°	141, 8	124, 1	113, 7	100, 3	82, 92	58, 41	41, 86	18, 26	0	70°	16 40	19 20
5 20	6 40	80°	199, 0	174, 0	159, 5	140, 7	116, 2	82, 92	58, 7	26, 3	0	80°	17 20	18 40
5 42	6 18	85°	281, 0	245, 0	225, 2	198, 6	164, 0	117, 0	81, 92	37, 1	0	85°	17 42	18 18
6	6	90°	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	$\frac{0}{0}$	90°	18	18

En faisant cadrer la hauteur et la déclinaison on obtient la corde méridienne O m. Pour avoir la corde qui correspond à une heure quelconque, on lit la corde méridienne dans la première ligne horizontale et on fait cadrer avec l'heure donnée; le résultat obtenu est la corde demandée.

EXEMPLE 1 : $h = 40°$, $d = 50°$, $H = 0^h$, $H = 12^h$, $H = 24^h$. O $m = 70',52$.

EXEMPLE 2 : $h = 40°$, $d = 50°$, $H = 8^h$. Avec d et h on obtient O $m = 90',52$.

Cette corde n'étant pas contenue dans la première ligne horizontale, on la divise par 2, ce qui donne 45',26, cette corde est comprise entre 48',49 et 34',16. En descendant dans la ligne horizontale de 8^h, on trouve que la moitié de la corde demandée est comprise entre 68',42 et 48',31; par suite, la corde demandée est comprise entre 136',84 et 96',62. Dans ce cas on est sûr que la tangente et la courbe ne s'écartent d'un mille qu'à plus de 96',6 du point de contact. On a donc une longueur de 193',2 où la courbe et la tangente sont distantes de moins d'un mille. La table montre qu'à 6 heures de l'astre la courbe et la tangente ne diffèrent qu'à partir du troisième ordre.

NOTE II

RÈGLES PRATIQUES

Premier problème

On possède une seule hauteur h d'un astre défini par sa déclinaison d et son ascension droite Æ, à un instant connu du premier méridien θ; tracer la ligne de position du navire sur la carte réduite.

PREMIER CAS. — La hauteur est plus grande que 86°.

Quand la hauteur atteint cette valeur, les rayons de courbure maximum et minimum diffèrent de moins de une minute, la courbe de hauteur est alors pratiquement une circonférence qui a son centre sur la projection géocentrique de l'astre et pour rayon la distance zénithale traduite en latitude croissante. Il suffit donc de pointer sur la carte le centre de l'astre, de déterminer le rayon et de tracer la circonférence qui est la ligne de position du navire.

EXEMPLE NUMÉRIQUE. — Le 30 décembre 76, à 6^h temps moyen de Paris, on a observé la lune, dont la hauteur vraie était de 87° 8'. Les éphémérides donnent : Æ $m = 18^h\ 38^m\ 2^s,2$, Æ $\mathbb{C} = 6^h\ 31^m\ 37^s$, $d\,\mathbb{C} = 27°\ 48'\ 27''$ B. L'équation astrale E a = Æ $\mathbb{C}$ − Æ $m = 6^h\ 31^m\ 37^s + 24^h - 18^h\ 38^m\ 2^s,2 = 11^h\ 53^m\ 34^s,8$. La longitude terrestre du méridien de l'astre vaut g = E $a - \theta = 5^h\ 53^m\ 34^s,8$ Est; d'où $g = 88°\ 23'\ 42''$ E. L'intersection de ce méridien avec le parallèle de 27° 48' 27" N donne le centre de la circonférence de position. Pour obtenir le rayon, on entre dans la table des latitudes croissantes avec $l_1 = d - n = 27°\ 48'\ 27'' - 2°\ 52' = 24°\ 56'\ 27''$ et avec $l_2 = d + n = 30°\ 40'\ 27''$ on trouve $L_1 = 15°\ 36',5$, $L_2 = 1923,6$ d'où on déduit le rayon $\rho = \frac{L_2 - L_1}{2} = \frac{387',1}{2} = 193',5$. Connaissant le centre et le rayon, rien de plus facile que de tracer la circonférence.

Dans la pratique, on peut prendre sur l'échelle des latitudes croissantes la longueur de la distance zénitale, on a ainsi le rayon demandé. Si on peut connaître le relèvement vrai approché de l'astre, on tracera ce relèvement par le centre de l'astre, et l'intersection de la direction de nom contraire avec la circonférence de position donnera la position approchée du navire, qui d'ailleurs se trouve d'une manière certaine sur la circonférence de position quand 0 est pratiquement exact, ainsi que la hauteur.

DEUXIÈME CAS. — La hauteur est moindre que 86°.

Alors la courbe de hauteur n'est pas une circonférence, d'ailleurs, le rayon valant plus de quatre degrés, nécessiterait un grand compas, et le tracé serait souvent difficile et même impossible quand la projection de l'astre serait en dehors de la carte. Dans ce cas, il faut avoir recours à la tangente et à la corde osculatrice, car le compas devrait avoir une ouverture plus grande que trois décimètres en se servant des cartes générales. Si on voulait se servir des sphères terrestres à l'échelle des cartes générales, il faudrait un compas dont l'ouverture devrait atteindre 51 mètres, et si l'on prenait pour échelle un millimètre par mille, ce qui est insuffisant pour la pratique, l'ouverture du compas devrait atteindre 5 mètres quand les hauteurs seraient petites. Nous croyons, jusqu'à preuve du contraire, que le calcul simultané de l'heure et de l'azimut, aidé de la table des cordes osculatrices et de l'élément normal, est prédominant sur tous les autres procédés.

DU CALCUL SIMULTANÉ DE L'HEURE ET DE L'AZIMUT

l_1 étant la latitude géographique estimée on se sert des formules $S = \frac{l_1 + h + \delta}{2}$ $\text{tang } \frac{1}{2} Z_1 = \sqrt{\frac{\sin (S-h) \sin (S-l_1)}{\cos S \cos (S-\delta)}}$, $tg \frac{1}{2} H_1 \frac{\sin (S-l_1)}{\cos (S-\delta)\, tg \frac{1}{2} Z_1}$ qui déterminent Z_1 et H_1. En se servant des tables de M. Caillet, on prend $\frac{1}{2} Z_1$ toujours plus petit que 90°, en lui donnant le nom de la latitude et celui d'E ou O, suivant que l'astre est lui-même dans l'Est ou dans l'Ouest du méridien. Pour $\frac{1}{2} H_1$ on le prend plus petit que 6 heures si l'astre est dans l'Ouest du méridien et plus grand que 6 heures s'il est dans l'Est du méridien. La variation de la hauteur ne laisse aucun doute pour savoir si l'astre est dans l'Est ou dans l'Ouest du méridien, car dans le premier cas les hauteurs vont en augmentant et dans le second elles vont en diminuant, en exceptant les hauteurs très-circumméridiennes de la lune, quand la déclinaison varie beaucoup.

Avec l'heure 0 et la connaissance des temps on a calculé préalablement la déclinaison de l'astre, son ascension droite Æ et l'ascension droite moyenne Æ m, ce qui donne l'équation astrale $E a = Æ - Æ m$. Pour le soleil, $E a$ est égale à l'équation du temps.

La longitude du point de contact de la tangente est donnée par la relation $g_1 = H_1 + E a - 0$. On marque le point (l_1, g_1) sur la carte. On place le rapporteur sur la carte de manière que son diamètre coïncide avec le parallèle l_1, et son

centre avec le point (l_1, g_1). Si la latitude est N, le rapporteur doit avoir sa demi-circonférence au dessous du parallèle, et si la latitude est S celle-ci doit être au dessus du parallèle. Le rapporteur étant ainsi fixé, on compte l'azimut à partir du zéro de droite si l'astre est dans l'Est et du zéro de gauche si l'astre est dans l'Ouest du méridien ; on marque sur la carte le point qui correspond à cette valeur de l'azimut, et on le joint au point de contact, on a ainsi la tangente à la courbe de hauteur la touchant au point (l_1 et g_1). Pour connaître le point de la tangente, qui est distant d'un mille de la courbe, on entre dans la table des cordes osculatrices, on y trouve la corde osculatrice, qui est la longueur du point de contact au point précédent. On porte cette longueur sur la tangente à partir du point de contact, sur les deux directions de la tangente. Les deux points que l'on obtient ainsi déterminent une ligne double de la corde osculatrice, dont tous les points sont distants de moins d'un mille de la courbe de hauteur. Pour une hauteur de 85°, cette longueur vaut au minimum 50', elle est inférieure pour des hauteurs plus grandes, mais alors on emploie la méthode des circonférences de position. Pour toutes les autres hauteurs, elle est supérieure à 50', elle devient même infinie au cercle de 6 heures de l'astre, en ne tenant compte que des deux premiers ordres du développement différentiel. En étudiant le troisième ordre, on reconnaît qu'il faudrait que la latitude estimée fût erronée de plus de 90 milles, pour que l'écart de la courbe et de la tangente s'élevât à plus d'un mille au point extrême de la courbe osculatrice.

Dans le cas où on pourrait obtenir l'azimut vrai de l'astre, la relation $\sin \mathrm{H} = \dfrac{\sin \mathrm{Z} \cos h}{\cos d}$ fait connaître l'heure H, d'où on déduit la longitude par la relation $g = \mathrm{H} + \mathrm{E}\,a - 0$. Le méridien g coupe la tangente au point où se trouve le navire quand 0 et Z sont pratiquement exacts, ce qui se présente rarement pour Z. Cette méthode est plutôt théorique que pratique. Car l'erreur sur l'azimut obtenu au moyen du relèvement peut être erroné de 2 à 3 degrés, on obtiendrait presque toujours un point illusoire, ce qui est très-dangereux pour les navigateurs. On ne doit compter que sur l'exactitude de la tangente comme la ligne de position du navire quand 0 est exact.

Deuxième problème

On possède les hauteurs simultanées de deux astres définis ; déterminer le point vrai du navire si 0 est pratiquement exact ; dans le cas contraire, déterminer le parallèle de la latitude du navire.

On trace les deux tangentes, le point de leur intersection est la position du navire à un mille près, si les distances de ce point aux deux points de contact sont respectivement moindres que les cordes osculatrices correspondantes, on doit calculer l'élément normal ou le segment méridien pour chaque distance qui est plus grande que la corde osculatrice correspondante.

Pour cela, on se sert de la relation $2\,\Delta = \dfrac{(d\,\mathrm{L})_1{}^2 \text{ arc } 1''}{\sin \mathrm{Z}_1\, tg\, \mathrm{H}_1}$, où Δ est l'élément normal et $(d\,\mathrm{L})_1$ la distance du point d'intersection des tangentes au parallèle

estimé. Le mémoire du point observé renferme les tables X et Y, qui permettent d'obtenir, sans calcul, le segment méridien

$(e)_c = \frac{(d\,L)_1^2 \text{ arc } 15''}{15 \sin 2\,Z_1\, tg\, H_1} = B \times (d\,L)_1^2 \text{ arc } 15''$. La table X donne log B au moyen des arguments Z_1 et H_1, ensuite la table Y donne $(e)_c$ au moyen des arguments log B et $(d\,L)_1$. Avec l'angle horaire plus petit que 6 heures, $(e)_c$ se compte sur le méridien du point de contact à partir de ce point vers le pôle élevé avec l'azimut plus petit que 90° et vers le pôle abaissé avec l'azimut plus grand que 90°. Quand l'azimut vaut 90°, il est inutile de tenir compte du segment méridien. Quand l'angle horaire est plus grand que 6 heures, on suit la règle inverse.

Pour obtenir l'élément normal par les mêmes tables, on donne à 2 Δ la forme

$2\,\Delta = \frac{(d\,L)_1^2 \text{ arc } 15''}{15 \sin 2\left(\frac{Z_1}{2}\right) tg\, H_1} = B \times (d\,L)_1^2 \text{ arc } 15''$. On voit que 2 Δ s'obtient par la même règle que $(e)_c$, en remplaçant Z_1 par $\frac{Z_1}{2}$. Ayant 2 Δ on divise par 2 et l'on a Δ. Δ se compte toujours dans le sens de la concavité de la courbe. La droite qui passe par les extrémités du segment méridien et de l'élément normal correspondant est parallèle à la tangente. Il suffit donc d'employer un de ces éléments et de mener par son extrémité une parallèle à la tangente. Cette parallèle se nomme droite de hauteur des astres.

Troisième problème

On possède deux hauteurs à intervalle de deux astres quelconques ou du même astre : déterminer le point vrai du navire si les données sont exactes ; dans le cas contraire, déterminer la surface parallélogrammique de position du navire.

Dans le premier cas, on ramène la première tangente à l'horizon estimé de la deuxième, au moyen des éléments de l'estime. Par exemple, si le premier point de contact a pour coordonnées l_1 g_1 ; les coordonnées du point de contact ramené au deuxième horizon seront : $l_2 = l_1 + \lambda$, $g_2 = g_1 + \gamma$; λ et γ étant les changements en latitude et en longitude effectués par le navire, pendant l'intervalle des observations. On est alors ramené au deuxième problème. Quand θ est exact et que l'estime est erronée, ce qui a lieu généralement, le navire se trouve sur la deuxième droite de hauteur, près du point où elle est coupée par la première tangente, ramenée au deuxième horizon estimé. Les méthodes analytiques ne permettent pas de juger si facilement l'exactitude sur laquelle on peut compter.

Quand θ est inexact, on ne possède qu'une petite surface parallélogrammique de position dont les côtés sont : l'erreur du chronomètre et celle de l'estime, suivant la deuxième droite. Ces deux côtés forment un angle égal au deuxième azimut.

Remarque 1. — Quoique on ne connaisse pas le point, on connaît l'heure du bord, qui peut servir pour déterminer la latitude par une hauteur circumméridienne. Les azimuts, calculés avec la latitude estimée, peuvent servir à connaître la variation déviée, si on a eu soin de relever les astres. Mais ils ne peuvent pas

servir pour régler les compas d'une manière rigoureuse pour déterminer les coefficients de la déviation. Il faut alors se servir de l'heure et calculer les azimuts par la relation $\sin Z = \frac{\sin H \cos d}{\cos h}$.

REMARQUE 2. — Il est naturel que deux hauteurs à intervalle ne soient pas suffisantes pour déterminer le point, car le problème renferme alors au moins quatre inconnues, qui sont : la longitude, la latitude, la direction de la résultante de l'erreur de l'estime et la valeur de cette résultante. Si on suppose que ces erreurs sont proportionnelles au temps quand le navire garde le même cap et la même vitesse, ou à peu près, quatre hauteurs permettent de trouver les quatre inconnues, si θ est exact. Dans le cas où θ est très-erroné, on a toujours le parallèle de la latitude du navire et les éléments de la résultante des erreurs proportionnelles au temps.

La solution de ce problème, suivie d'exemples numériques et graphiques, se trouve dans le *Mémoire du point observé et de la détermination des courants à la surface des mers.* (Arthus Bertrand, éditeur, Paris.)

REMARQUE 3. — Les conditions des circonstances favorables à la détermination du point observé se réduisent à une seule, qui est l'orthogonalité des deux tangentes déterminant le point approché du navire par leur intersection. Le calcul simultané de l'heure et de l'azimut donne cette condition avec évidence, puisqu'il suffit de faire la différence azimutale des astres $Z_2 - Z_1$ et d'examiner si $Z_2 - Z_1$ diffère peu de $\pm 90°$ ou de $\pm 270°$. Quand cette différence descend au dessous de 15°, on doit douter des résultats par la méthode de deux hauteurs à intervalle. Les hauteurs simultanées donnent beaucoup plus de certitude, et cette méthode est bonne, quels que soient les astres, quel que soit l'instant ; il n'y a donc pas d'instant favorable pour prendre les hauteurs ; ce principe commence à être reconnu par beaucoup de navigateurs.

NOTIONS GÉNÉRALES SUR LES LIGNES DE POSITION DU NAVIRE

Toute ligne tracée sur la carte réduite, dont un des points est un de ceux du navire, se nomme ligne de position. Quand deux lignes de position sont simultanées, l'une de leurs intersections est le point du navire. Quand ces lignes n'ont qu'une intersection, le problème est déterminé. S'il y en a plusieurs, il faut choisir celle qui remplit des conditions particulières relatives à la position du navire ; dans cette circonstance, le choix peut être douteux, et il y a lieu de prendre des précautions.

La condition des circonstances favorables se réduit à une seule, qui est l'orthogonalité des deux lignes de position à leur point d'intersection qui convient à la position du navire.

Quand les lignes de position sont à intervalle, on ramène la première à l'horizon de la deuxième au moyen des éléments de l'estime, et on est ramené au cas de simultanéité, avec cette différence que la seconde ligne donne plus de certitude que celle transportée.

On nomme points déterminants des lignes de position ceux d'où on trace ces lignes. Ces lignes se divisent en trois espèces, d'après la nature des points déterminants.

PREMIÈRE ESPÈCE. — Les points déterminants sont donnés sur la carte réduite. Dans ce cas, les lignes de position ne sont erronées que par les erreurs commises sur les paramètres qui les déterminent. Ces lignes de position sont au nombre de cinq :

1° Relèvement d'un objet en vue ;

2° Circonférence de distance du navire à un point de la côte ;

3° Arc du segment capable de l'angle sous lequel on voit deux points de la côte. Alignement quand cet angle est 0° ou 180° ;

4° Courbe de même sonde ;

5° Courbe de même nature de fond.

DEUXIÈME ESPÈCE. — La trajectoire du navire gardant le même cap R, nommée loxodromie, dont l'équation est $g - g_1 = (L - L_1)\ tg\ R$. Les points qu'on obtient à l'aide de la loxodromie sont erronés et ne peuvent être considérés comme pratiquement exacts que pour de petits intervalles de temps. La loxodromie sert à ramener une ligne de position d'un horizon à un autre, ceux-ci étant peu éloignés.

TROISIÈME ESPÈCE. — La famille des courbes de hauteur se divisant en trois genres définis par les relations $d < h$, $d = h$, $d > h$. Quand les distances zénithales sont plus petites que 4°, ces courbes sont pratiquement des circonférences et comprennent, comme cas particuliers, la circonférence et le segment capable.

Le relèvement n'est qu'un cas particulier du troisième genre.

Le parallèle du navire n'est qu'un cas particulier du troisième genre.

Le méridien de la longitude du navire n'est aussi qu'un cas particulier du troisième genre.

Quand θ est exact, les lignes de position de première et de troisième espèce peuvent se combiner entre elles, avec la condition d'être réduites au cas de simultanéité. Quand θ n'est pas exact, les lignes de troisième espèce ne peuvent être combinées qu'entre elles, elles donnent alors le parallèle du navire, qui est une ligne de position exacte, l'heure du bord et les azimuts.

CONCLUSION

Nous avons vu, par la méthode de la tangente des courbes de hauteur et de la droite de hauteur des astres, que chaque astre joue le rôle d'un point de la côte dont on possède le relèvement vrai. La navigation hauturière est ainsi ramenée à celle quand le navire est en vue des côtes, θ étant pratiquement exact. Il résulte de là que la navigation se réduit à un procédé uniforme, celui de se servir des cartes dans tous les cas de la navigation.

Nous avons des preuves nombreuses qui nous permettent d'affirmer que les navigateurs qui ont appliqué ce procédé l'ont trouvé de beaucoup préférable à tous les autres.

M. LE Dr F. GARRIGOU

CAUSES D'USURE ET D'EXPLOSION DES MACHINES A VAPEUR

EXTRAIT

— Séance du 20 août 1875. —

A la suite de nombreuses expériences faites sur la décomposition des chlorures de calcium et de magnésium principalement, pendant que leurs solutions sont en ébullition, j'avais déjà vu que l'attaque du fer des chaudières des machines à vapeur devait être le résultat du transport de l'acide chlorhydrique sur le fer. De plus, les tôles de fer et d'acier des chaudières étant attaquées sur certains points de prédilection, il a fallu chercher la cause de cette attaque.

La présence de cuivre (tubes chauffeurs) et de fer (parois de la chaudière) dans la chaudière, m'a paru, de prime à bord, une cause suffisante pour former un vrai couple électrique entraînant le transport de l'acide chlorhydrique sur le fer de manière à produire une attaque générale de toute la portion en fer de l'appareil. J'ai pu, en effet, par une série d'expériences énumérées dans mon mémoire, m'assurer que lorsqu'on met en présence dans une solution de chlorure de magnésium, et même dans de l'eau de puits ordinaire sans addition de chlorure de magnésium, du cuivre et du fer décapés, il se produit les phénomènes suivants :

Lorsque l'eau est froide, le fer s'oxyde très-vite et se couvre d'une couche de rouille, tandis que le cuivre reste parfaitement décapé et brillant. Après plusieurs mois d'expérience, ce résultat s'est maintenu le même, la quantité d'oxyde de fer produit allant toujours en augmentant, même jusqu'à la disparition complète du fragment de fer mis en présence du cuivre, ce dernier étant toujours aussi brillant à la fin de l'expérience qu'au commencement.

Si l'on porte le mélange à l'ébullition, la marche des résultats est plus rapide encore.

Si l'on observe ce qui se passe dès le début de l'expérience, on remarque sur le fragment de fer décapé des points très-petits qui s'oxydent plus vite que d'autres. J'ai voulu chercher la cause de ce fait, et la composition chimique du fer ainsi que sa constitution physique m'ont paru devoir surtout éclairer la question.

Les analyses m'ont prouvé que tous les fers et tous les aciers contiennent en même temps que du carbone, à l'état simple de graphite ou de charbon, des quantités appréciables de cuivre. Ce fait était connu, mais pas généralisé pour le cuivre. J'ai donc pensé que, s'il y avait, en même temps que du charbon, des parcelles de cuivre non alliées au fer, on pouvait trouver dans la présence de ces deux éléments la cause des points d'oxydation de prédilection que l'on remarque sur les fers et les aciers. Il y a là, en effet, les éléments d'un couple électrique exces-

sivement réduit, si on le veut, mais n'en existant pas moins. Dans ce couple électrique, le courant doit marcher du cuivre ou du charbon vers le fer, et une cause d'oxydation, prenant naissance dans les mêmes conditions que précédemment, doit naturellement se porter sur le fer et l'attaquer.

C'est à cette cause que je rapporte l'accident le plus redoutable qui puisse se produire dans les chaudières des machines à vapeur, je veux parler des piqûres, restant longtemps inaperçues et donnant lieu, au moment où l'on s'y attend le moins, à ces formidables accidents par explosion qui coûtent la vie à de malheureux ouvriers.

Les conséquences que j'ai cru pouvoir tirer de ce travail sont les suivantes :

1° L'usure générale des chaudières des machines à vapeur est due à l'action de l'acide chlorhydrique et probablement aussi de l'eau régale qui se forme pendant la décomposition du chlorure de magnésium et des nitrates des eaux d'alimentation;

2° L'usure locale entraînant la piqûre est due à la même action;

3° La présence du cuivre et du fer dans la construction de la chaudière, et la présence du carbone sous forme de graphite ou de charbon dans les tôles de fer et d'acier, donnant lieu à la formation d'un véritable courant électrique, entraînent une grande rapidité dans l'action corrosive des acides dégagés;

4° Les seuls moyens de mettre les chaudières à l'abri de semblables accidents, consistera à recouvrir intérieurement par galvanoplastie les chaudières d'une couche de cuivre, ou à les construire totalement en cuivre, puis à placer dans l'intérieur du fer jouant le rôle de corps passif, sur lequel se portera toute l'action électro-chimique.

M. DE LA ROCHE-MACÉ

Propriétaire, près Oudon (Loire-Inférieure).

UTILISATION DES EAUX PLUVIALES

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 21 août 1875. —

M. DE LA ROCHE-MACÉ lit un mémoire sur l'utilisation des eaux pluviales en agriculture; l'auteur a obtenu, dans une terre qu'il possède à Couffé (Loire-Inférieure), une augmentation de valeur locative de 40 francs par hectare, avec le mode d'irrigation qu'il a employé.

MM. CONSTANT & GUSTAVE DOUILLARD
de Nantes.

SYSTÈME DE TÉLÉGRAPHIE NOCTURNE A L'USAGE DES NAVIRES DE GUERRE ET DE COMMERCE ET DES ARMÉES DE TERRE

— Séance du 21 août 1875. —

Jusqu'à ce jour, les navires de commerce n'ont aucun moyen de télégraphier la nuit, soit entre eux, soit avec les postes sémaphoriques des côtes.

Les navires de guerre emploient un système de télégraphie reconnu insuffisant à cause de sa lenteur, de la facilité avec laquelle les erreurs sont commises, insuffisant aussi par le nombre limité des phrases qui peuvent être transmises.

Les armées de terre ont le télégraphe électrique ; mais nous avons vu, pendant la dernière guerre, combien il serait utile à l'armée de posséder un appareil avec lequel elle pourrait correspondre par signaux quand le télégraphe électrique vient à lui manquer.

En conséquence, pénétrés de l'insuffisance complète des systèmes employés actuellement pour la télégraphie nocturne, les inventeurs ont cherché, et croient avoir trouvé un télégraphe de signaux au moyen duquel il est facile de transmettre promptement n'importe quelle dépêche et sans erreur possible.

Les besoins n'étant pas les mêmes, ils ont construit deux appareils différents pour la marine de guerre, pour la marine marchande et l'armée.

Le système de télégraphie étant le même, les postes munis d'appareils différents peuvent converser ensemble.

Pour télégraphier, ils emploient l'alphabet Morse, qui est composé de deux signaux : *un point* et *une barre* (· —).

Description des appareils pour navires de guerre et sémaphores.— Avec ce système, le point est fait par l'apparition d'*un* feu blanc, et la barre par l'apparition de *deux* feux blancs.

Deux fanaux sont, en conséquence, placés dans la mâture du navire ou du sémaphore ; ces deux fanaux sont allumés, mais au repos, la lumière en est cachée par un obturateur qui s'ouvre à volonté par la pression opérée sur un piston logé dans le fanal même. Cet obturateur,

composé de lamelles argentées, fait réflecteur tout autour de l'horizon aussitôt qu'il est ouvert.

Pour ouvrir les obturateurs-réflecteurs, et pour obtenir la pression sur les pistons logés dans chaque fanal, les inventeurs ont, sur le pont du navire, une pompe à air à deux pistons; chacun de ces pistons agit par des tuyaux de caoutchouc, soit par pression, soit par aspiration sur les pistons logés dans les fanaux qui communiquent leur mouvement aux obturateurs-réflecteurs.

Un levier abaisse l'un des pistons de la pompe à air, et l'autre abaisse les deux pistons de la dite pompe en même temps.

En sorte qu'en abaissant le levier n° 1, on abaisse un piston de la pompe à air, lequel communique son mouvement au piston d'un des fanaux qui ouvre l'obturateur-réflecteur de ce fanal et fait en conséquence apparaître *une* lumière, ce qui constitue le signal représenté par un point dans l'alphabet Morse.

Aussitôt qu'on abandonne le levier n° 1, il se relève par un contre-poids; le piston de la pompe à air sur lequel il agissait se relève aussi par un ressort, et fait aspiration, par le tuyau, sur le piston logé dans le fanal; alors l'obturateur-réflecteur se referme et la lumière disparaît.

Si on abaisse le levier n° 2, il abaisse les deux pistons de la pompe à air, agit par pression sur les deux pistons des fanaux qui ouvrent les deux obturateurs-réflecteurs, et font apparaître les *deux* feux à la fois, ce qui constitue le signal représenté par la barre dans l'alphabet Morse. Aussitôt l'abandon de ce levier, les deux obturateurs se referment.

On obtient donc à volonté l'apparition d'*un* feu seul ou l'apparition de *deux* feux en même temps.

Avec ces deux signes, on peut télégraphier aussi vite que les yeux peuvent suivre les apparitions et disparitions des feux, et on peut transmettre telle dépêche qu'il convient d'expédier, ou les numéros représentant les phrases convenues enregistrées dans les codes des signaux.

Nous avons dit qu'on pouvait transmettre les dépêches avec la certitude qu'aucune erreur ne s'était produite dans la transmission ou la réception.

En effet, chaque signal fait par le poste expéditeur s'imprime mécaniquement sur une bande de papier. Le poste qui reçoit répète le signal qu'il voit, et, par ce fait, l'imprime sur son papier. Si l'expéditeur voit qu'on répète bien le signal, il est certain qu'il est imprimé sur le papier du réceptionnaire.

Ce petit appareil imprimeur a un avantage sérieux : en outre qu'il

rend les erreurs impossibles, il permet à un capitaine, français, par exemple, de transmettre sa dépêche à un capitaine anglais, qui ne la comprendra peut-être pas, mais qui, la possédant écrite mécaniquement, pourra, en arrivant à terre, la faire traduire ou l'envoyer à son adresse.

Description des appareils destinés à la marine marchande et aux armées de terre. — Cet appareil se compose d'un seul fanal carré muni d'une forte lampe et d'un réflecteur parabolique.

Au repos, un obturateur automatique en cache la lumière.

En abaissant un bouton n° 1 placé au dos de la lanterne, on élève, devant la lumière, un verre blanc, l'obturateur se déplace, et la lumière se projette sur environ le quart de l'horizon. Cette apparition d'un feu blanc constitue le signe représenté par le point dans l'alphabet Morse.

En abaissant ce bouton n° 1, on a transmis le mouvement à une touche de l'appareil imprimeur placé dans l'embase de la lanterne, et on a imprimé un point sur la bande de papier qu'il contient.

Aussitôt qu'on abandonne le bouton n° 1, le verre blanc retombe, l'obturateur prend sa place, et la lumière disparaît.

En abaissant un bouton n° 2, placé près du premier, l'obturateur s'enlève à nouveau, et un verre rouge vient se placer devant la lumière qui jaillit au dehors. Cette apparition d'un feu rouge constitue la barre de l'alphabet Morse. Par ce mouvement, on a imprimé une barre sur le papier.

Cet appareil, petit, léger, facile à transporter comme le sac d'un soldat, nous semble devoir être utile aux armées de terre de même qu'aux navires de la marine marchande, qui n'ont pas besoin, comme les navires de guerre, de communiquer en même temps tout autour de l'horizon.

M. Ch. BERGERON

Ingénieur civil.

LE TUNNEL SOUS-MARIN

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 21 août 1875. —

M. Bergeron résume les renseignements qu'il a fournis en 1874, à Lille, sur l'état de la question du percement du tunnel sous-marin entre la France et l'Angleterre. Il rappelle que M. Hawkshaw, à la suite de nombreux sondages exécutés dans le Pas-de-Calais, sous sa direction, par M. Brunel fils, proposa, dès 1868, de percer un tunnel dans la couche de craie qui paraît se prolonger sur toute la largeur du détroit, et de le descendre jusqu'à la craie grise, plus imperméable que la craie blanche.

Le projet qui sera exécuté paraît devoir différer peu, au moins dans ses dispositions générales, de l'avant-projet de M. Hawkshaw. Toutefois, avant de l'arrêter définitivement, il a paru indispensable, à la suite des objections présentées par divers géologues et en particulier par M. Gosselet, à la session de Lille en 1874, de faire des sondages complémentaires. M. Gosselet a prétendu qu'il devait exister une cassure entre les couches de craie qu'on retrouve sur chacune des rives du détroit.

On se propose de tracer sur une carte la ligne d'intersection de la craie au fond de la mer ; l'examen de cette ligne permettra de reconnaître, avec une très-grande probabilité, si les craintes qu'on a pu concevoir sont fondées : si la ligne est régulière, il est en effet peu probable qu'une brisure se soit produite entre les deux pays.

Les nouveaux sondages sont exécutés sous la direction de M. Lavalley. On trace une série de profils transversaux à la direction du tunnel, et l'on recherche sur chacun l'intersection de la craie avec le *gault*. Une certaine quantité de sondages est déjà terminée, et jusqu'ici les résultats sont satisfaisants : il semble que le projet puisse s'exécuter sans difficultés exceptionnelles ; toutefois, il sera sans doute utile de déplacer le puits du côté français et de le rapprocher du cap Blanc-Nez : on serait exposé à rencontrer beaucoup d'eau dans la couche de craie blanche où il était primitivement projeté.

M. Bergeron pense que, lors même que la fissure signalée par M. Gosselet existerait, le percement du tunnel ne serait pas, par ce fait seul, rendu impossible : la fissure serait remplie de débris de toute nature qui la rendrait probablement peu perméable. M. Nivoit, à l'appui de cette opinion, fait observer que certaines ardoisières des Ardennes qui se prolongent sous la Meuse sont parfaitement étanches.

Interrogé sur la manière dont l'aération du tunnel s'effectuera, M. Bergeron répond que rien n'est encore arrêté à cet égard et se borne à faire connaître son opinion personnelle. Deux très-hautes cheminées pourraient être établies aux

extrémités ; deux tubes placés en haut de la section transversale, ayant chacun leur origine à une centaine de mètres du milieu de l'ouvrage et aboutissant dans les cheminées, déterminerait un appel d'air puissant. M. Bergeron donne, en outre, quelques explications sur les résultats obtenus à l'aide d'une machine destinée à percer les tunnels. Elle est formée d'un cylindre muni de disques en acier tournant autour d'un axe horizontal : on a pu enlever dans la craie jusqu'à 3 mètres de diamètre et avancer la galerie de 1 mètre en une heure ; le tunnel ayant 34 kilomètres, il suffirait, pour percer une galerie de part en part, de deux ans. M. Hawkshaw pense qu'en huit ans l'ouvrage tout entier pourrait être terminé.

M. JOLY

Ingénieur des Ponts et Chaussées.

DE LA DRAGUE A POMPE SYSTÈME BAZIN ET DE SON EMPLOI

EXTRAIT

— Séance du 21 août 1875. —

M. Joly fait connaître le résultat des essais entrepris cet été sur la Loire par MM. Gouin et C^ie^ pour enlever le sable à l'aide de la drague à pompe du système Bazin.

La pompe employée est une pompe à force centrifuge de 55 centimètres de diamètre, qu'on place au fond d'une caisse étanche mobile suspendue à l'avant du bateau dragueur. Le tuyau d'aspiration est maintenu à peu près horizontal ; il se compose d'une partie fixée à la pompe de 30 centimètres de longueur et d'une partie mobile de 6 mètres.

La crépine présente des parois ayant une inclinaison de 3/2 ; elle est fermée par de petits barreaux s'opposant à l'introduction de matières de trop gros volume, et elle s'applique sur le fond.

Le tuyau de refoulement déverse dans des bateaux munis de flotteurs un mélange d'eau et des matières draguées : les parties lourdes tombent au fond, l'eau s'écoule par dessus les bords.

La pompe est mise en mouvement par une machine de dix-huit chevaux ; elle est disposée de façon à pouvoir draguer à une profondeur atteignant 5 mètres.

Dans les premiers essais tentés dans le port de Nantes, l'aspiration du sable se faisait d'une façon irrégulière : il y avait fréquent engorgement du tuyau d'aspiration, ou écoulement d'eau presque pure. Une seconde expérience a été faite à 18 kilomètres en aval, à la tête de l'île de la Folie, dans des sables très-mobiles, et a donné des résultats beaucoup plus satisfaisants.

Il se forme autour de la crépine un trou dans lequel les matières mobiles formant le fond du lit s'éboulent, et, sous l'influence d'une aspiration violente, sont mises en suspension dans l'eau, puis entraînées avec elle.

Le cube de sable extrait a pu atteindre, dans les circonstances les plus favorables, 2 mètres par minute, et a été en moyenne de 1 mètre ; il faut ajouter que les appareils n'ont fonctionné chaque jour que pendant cinq heures et demie en moyenne, par suite de l'insuffisance du nombre des bateaux de transport, et que le cube maximum extrait n'a pas dépassé 563 mètres.

La proportion d'eau mélangée au sable a été en moyenne de 7 parties d'eau et de 1 de sable. On a pu réduire cette proportion, à certains moments, à 3 parties d'eau et de 1 de sable ; au dessous de cette limite, le rendement paraît diminuer ; le tuyau s'engorge fréquemment.

Ces résultats s'appliquent à un draguage effectué dans des sables purs, de moyenne grosseur, très-mobiles, sans sujétion d'aucune nature ; le rendement diminuerait sans doute rapidement si le sable avait une plus grande cohésion. On peut admettre dans les mêmes conditions, comme limite à atteindre avec un personnel expérimenté, 1m 50 en moyenne, soit, avec un service de bateaux bien organisé, 900 à 1,000 mètres par jour de travail.

L'appareil a été, en outre, expérimenté dans des sables vasards et dans des vases molles. Les matières vaseuses mises en suspension dans l'eau étaient entraînées avec elle ; on n'a pu recueillir que le sable.

On a enfin essayé de se placer dans les conditions de la pratique ordinaire sur la Loire, d'approfondir une passe à un niveau déterminé : on a dû, pour enlever une couche de 60 centimètres, extraire une tranche de 90 centimètres, supérieure de 20 centimètres à celle qu'on eût dû attaquer avec la drague à godets ; la pompe produit une série de trous séparés par des buttes, et c'est le niveau de ces dernières qui limite la profondeur pouvant être utilisée par la navigation.

On peut, il semble, conclure des essais que la pompe fournira de bons résultats dans des sables très-mobiles et facilement mis en suspension, et qu'avec une drague bien montée on effectuera l'extraction et la charge en bateau du sable dans les circonstances favorables, pour un prix compris entre 20 et 25 centimes. La pompe permettrait également d'enlever économiquement les sables vasards, toutes les fois que les courants auraient une certaine intensité : les sables seraient recueillis dans les bateaux, les vases diluées dans l'eau seraient entraînées par les courants mêmes ; mais il est douteux que la pompe présente des avantages sur la drague à godets, quand les sables ont une certaine cohésion, ou s'il s'agit d'enlever des couches de faible épaisseur.

M. FAIVRE PÈRE

Mécanicien, à Nantes.

NOUVEAU COMPAS D'ÉPAISSEUR DE PRÉCISION

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 23 août 1875. —

M. FAIVRE père présente un modèle de compas d'épaisseur permettant de prendre les mesures avec une extrême précision : ce compas s'ouvre en manœuvrant une

vis dont l'écrou entraîne avec lui une des branches; le pas de la vis est de 0m 001; un cadran divisé permet d'apprécier des fractions de 1 centième du pas, soit de 0m 00001; l'instrument peut être adapté aux machines-outils et permet d'obtenir les dimensions exactes nécessaires aux divers assemblages.

La description complète de l'instrument avec planche a été publiée dans le *Génie industriel.* Vol. XXXII.

M. CLEIFTIE

Avocat, Vice-Président de la Société polytechnique de Nantes, ancien Chef d'exploitation de la Cie générale des Eaux à Nantes.

SUR LE FILTRAGE DES EAUX DE FLEUVE OU DE RIVIÈRE ET SPÉCIALEMENT DE LA LOIRE, A NANTES, AU MOYEN DE GALERIES OUVERTES DANS LES GRAVIERS DES BERGES

— Séance du 23 août 1875. —

Parmi les nombreux travaux exécutés dans ces dernières années pour l'assainissement des villes, les distributions d'eau tiennent une place importante ; partout, on a compris qu'à mesure que la population s'agglomère sur un point, que la vie sociale y devient plus active et plus complexe, les industries plus variées, les causes d'insalubrité se multiplient et que, dès lors, c'est un devoir de protéger les existences, en leur rendant les conditions naturelles : l'air, la lumière et l'eau.

L'année dernière, de savantes études sur les distributions d'eau dans le Nord ont été présentées au congrès de Lille.

Nous ne nous reconnaissons pas l'autorité nécessaire pour traiter, dans son ensemble, la question de la distribution des eaux de la Loire dans la ville de Nantes ; nous demandons, seulement, la permission d'appeler l'attention des hommes compétents sur la question spéciale du filtrage de ces eaux, au moyen de galeries ouvertes dans les rives du fleuve.

La seule eau qui pût être distribuée à Nantes, ainsi que l'ont reconnu les auteurs du projet exécuté en 1856, est l'eau de la Loire, réputée pour sa salubrité, mais soumise à des troubles plus ou moins profonds, pendant les deux tiers de l'année.

Les crues qui apportent la plus grande quantité de limon sont engendrées par les pluies torrentielles tombant sur les versants imperméables des régions supérieures de la Loire et de l'Allier. Mais elles sont rares et s'écoulent rapidement.

Les crues produites par les autres affluents dont les versants sont perméables, naissent surtout du gonflement graduel des sources ; elles sont de plus longue durée, mais altèrent l'eau moins profondément, tout en lui donnant une teinte laiteuse très-prononcée.

Les matières que la Loire tient en suspension, lorsqu'elle est le plus chargée, forment environ 0,005 de son poids ; ces matières sont terreuses ; un dépôt de vingt-quatre heures suffit pour en précipiter les deux tiers ; mais les matières dont la densité diffère peu de celle de l'eau restent pendant longtemps encore en suspension ; pour les séparer, il faut avoir recours au filtrage.

Nous n'avons pas à décrire ici, en détail, les dispositions adoptées pour filtrer les eaux de la Loire à Nantes ; qu'il nous suffise de dire que, renonçant à clarifier l'eau affectée au service public, on résolut de ne soumettre au filtrage que l'eau destinée aux usages domestiques, c'est-à-dire environ le tiers du volume d'eau total.

Cette eau, après s'être dégrossie par le dépôt, passe, sous une pression moyenne de 2^m 50, à travers les matières filtrantes, renfermées dans des cuves en maçonnerie, placées en contre-bas du pavé des bassins, et au sortir desquelles elle est recueillie dans une citerne voûtée.

La laine préparée au tannate de fer, le grès pilé, les éponges, le gravier, le sable ont été successivement ou simultanément employés comme matières filtrantes.

Il fut bientôt reconnu que ces filtres, par diverses causes qu'il serait trop long de rappeler ici, ne remplissaient pas le but qu'on s'était proposé et que, même en temps de crue ordinaire, ils étaient impuissants à faire disparaître les troubles et la coloration des eaux qui les traversaient.

L'alun, seul, agit avec beaucoup d'efficacité pour séparer les matières étrangères en suspension dans l'eau de Loire ; mais ce procédé n'est pas applicable à de grandes masses ; il entraînerait, d'ailleurs, dans des dépenses exagérées.

D'un autre côté on constata, surtout dans ces dernières années, que les craintes manifestées dans le principe au sujet de l'introduction d'eau brute dans le réseau affecté au service public ne se réalisaient que trop, et que l'envasement des conduites faisait de rapides progrès.

Enfin, si la Loire est claire en temps d'étiage, il a été reconnu que sa température atteint jusqu'à 25° et que des traces plus sensibles de matières organiques s'y rencontrent.

C'est pour remédier à ces graves inconvénients que nous avons été amené à rechercher un système de filtrage permettant de clarifier, au départ, toute l'eau à distribuer, et de ne distribuer que de l'eau fraîche en été.

La solution de ce problème ne doit-elle pas se trouver dans la pratique du filtrage naturel, c'est-à-dire dans l'établissement d'ouvrages désignés sous le nom de galeries filtrantes, mais qui ne sont en réalité que des galeries de captage destinées à recueillir les filtrations latérales ?

C'est ce que nous nous proposons d'examiner.

Les premiers essais de filtration naturelle furent faits à Toulouse, il y a cinquante ans. Pour alimenter cette ville en eau limpide, on songea à utiliser un puits creusé près de la Garonne, dans un banc d'alluvion, déposé le long du cours Dillon.

L'eau qu'on en tira était claire, malgré les troubles du fleuve ; elle était fraîche et possédait toutes les qualités des eaux potables ; on résolut alors, pour en obtenir une plus grande quantité, de creuser une excavation elliptique ayant dans le haut 33^{m} de long sur 23^{m} de large, distante du fleuve de 60^{m}, le fond étant à 5^{m} au dessous du niveau des eaux moyennes.

La quantité d'eau ainsi obtenue étant insuffisante, on prolongea le filtre jusqu'à lui donner 108^{m} de longueur, sur une largeur moyenne de 10^{m} au fond.

Ce filtre donna environ 18 à 19 litres par seconde, soit 1,500 à 1,600$^{m\ c}$ par 24 heures, d'eau parfaitement limpide.

Mais au bout de peu de temps, on reconnut la nécessité de combler cette fouille à ciel ouvert, dans laquelle, sous l'action de la chaleur et de la lumière, l'eau se corrompait.

Le fond nettoyé et rempli de cailloux, la fouille comblée, la qualité de l'eau s'est améliorée ; coulant et séjournant quelque temps, à 4 mètres sous terre et à 40 mètres de la rivière, l'eau n'avait plus que 17 degrés en été.

Mais, ce filtre ne fournissant que 1,500 à 1,600 mètres cubes quand il en fallait 4,000 par 24 heures, on crut qu'on les trouverait en se rapprochant de la rivière. En conséquence, en aval du premier filtre, situé à 40 mètres du bord, on résolut d'ouvrir une nouvelle fouille à environ 10 mètres de la rivière, sur une longueur de 130 mètres.

Mais on n'obtint pas plus de 13 litres à la seconde d'une eau médiocre et dont la température différait peu de celle de la Garonne ; on avait traversé une bande de terrain vaseux et l'on s'était placé trop près de la rivière.

Ces résultats malheureux décidèrent à établir un nouvel appareil semblable au premier ; ce troisième filtre, distant de la rivière de 30 à 50 mètres, ne devait recevoir, tout d'abord, qu'un développement de 250 mètres, et être descendu seulement à 1^{m} 14 au dessous des eaux moyennes. Il fut, plus tard, étendu et descendu à 2 mètres.

La quantité d'eau obtenue par ce filtre est de 3,000 à 3,500 mètres cubes par 24 heures; l'eau, dit M. d'Aubuisson, est bonne et limpide, tant que la Garonne demeure dans son lit; mais, dans les crues, lorsqu'elle recouvre le terrain sous lequel sont les excavations, ses eaux y pénètrent, soit par quelque fissure, soit en traversant des terres non suffisamment tassées, et elles en sortent un peu louches.

Aprés douze ans de service, on ne s'était aperçu d'aucune diminution dans la qualité et la quantité de produits de ces galeries.

M. Dupuit présente, sur ces travaux, les observations critiques qui suivent :

« La principale erreur théorique, commise dans l'établissement des filtres de Toulouse, est d'avoir pensé que le produit de la filtration serait proportionnel à la surface du filtre. Le débit de la première fouille, de 33 mètres de long sur 23 de large, s'étant trouvé insuffisant, la galerie fut prolongée jusqu'à lui donner 108 mètres de longueur sur une largeur moyenne de 10 mètres au fond; cette largeur était inutile; une tranchée de 1 mètre de largeur aurait donné le même débit.

» L'eau de ce filtre n'ayant pas encore suffi, ce qu'il y avait de mieux à faire pour en augmenter le volume, puisqu'elle était de bonne qualité, c'était de prolonger le filtre à travers le banc d'alluvion.

» Au lieu de cela, on est allé creuser un second filtre près de la rivière, dans un terrain argileux, qui n'a donné qu'une eau de mauvaise qualité, et un troisième, en arrière du premier, qui, sur la plus grande partie de son étendue, ne pouvait recevoir que l'eau qui avait déjà traversé le premier filtre, de sorte qu'on avait *un assez grand développement de galerie filtrante inutile.*

» En résumé, une galerie unique, creusée à une distance de 30 à 50 mètres du fleuve, eût certainement donné plus d'eau que les trois galeries ouvertes dans des directions qui se nuisaient les unes aux autres.

» Mais ce qui, surtout, aurait augmenté le débit du filtre, c'eût été son approfondissement, qu'on eût pu descendre, sans inconvénient, jusqu'au terrain imperméable.

» C'est ce qu'a fait, depuis, la ville de Toulouse, qui a obtenu ainsi un volume de 98 litres par seconde, soit plus de 8,500 mètres cubes par 24 heures. »

En 1843, M. Aristide Dumont, proposant d'employer la filtration naturelle des eaux du Rhône à l'approvisionnement de la ville de Lyon, soutenait la théorie suivante:

« Il existe sous les graviers et les sables du Rhône, comme sous les » cours d'eau d'une nature analogue, un volume d'eau parfaitement » clarifiée, un véritable fleuve inférieur et souterrain; ces rivières

» sont de véritables filtres, bien supérieurs à ceux qui alimentent les » sources ; ils se nettoient d'eux-mêmes, par un double procédé, et » leur débit est toujours le même. »

Les travaux exécutés par cet ingénieur pour alimenter la ville de Lyon en eau du Rhône se composent :

1° D'une galerie principale de 120 mètres de longueur et présentant une surface filtrante de.....	600 m. q.
2° Un bassin filtrant ayant une surface de.....	1,600 »
3° Un 2me bassin filtrant, accolé au 1er, ayant une surface de.....	2,168 »
Soit un total de surface filtrante de.....	4,368 m. q.

M. Dupuit (1), développant, à ce sujet, les observations que nous avons reproduites plus haut, s'exprime ainsi :

« Pour augmenter la filtration, on avait recours à deux moyens : on augmentait la surface des bassins ou réceptacles de la filtration, puis, par l'addition d'une machine supplémentaire, on cherchait à abaisser le plan de l'eau dans les filtres.

» Cet abaissement devait avoir effectivement pour résultat d'augmenter le débit des filtres par une plus grande vitesse; mais il compromit la stabilité des piliers des voûtes.

» Quant au développement donné aux surfaces filtrantes, pour accroître le débit, nous répéterons ici ce que nous avons dit à propos de ceux de Toulouse.

» C'est par le développement longitudinal des filtres qu'on pouvait obtenir une augmentation de débit.

» En se rendant compte de la manière dont pouvait s'opérer la filtration des eaux du Rhône, on aurait vu qu'à moins de faire un très-grand détour, l'eau ne pouvait arriver aux bassins filtrants, surtout au second, qu'en traversant la galerie filtrante, de sorte que l'établissement de ces deux bassins ne pouvait avoir qu'un résultat insignifiant sur le débit total du système filtrant.

» On comprendra facilement qu'en ajoutant de nouveaux bassins en arrière de ceux exécutés, on n'aurait eu qu'un résultat nul. L'idée de prolonger la galerie de 300 à 400 mètres le long du Rhône était plus juste ; mais la largeur de 20 à 30 mètres qu'on proposait de lui donner en aurait, à notre avis, sans utilité, augmenté considérablement la dépense.

» Imaginons, en effet, que le long d'un cours d'eau on établisse une galerie filtrante et que, par un système d'épuisement, on y maintienne

(1) Depuis que M. Dupuit a présenté ces observations sur la distribution des eaux de Lyon, des modifications et des développements importants ont été apportés à l'établissement primitif.

l'eau à un niveau inférieur à celui du cours d'eau, on obtiendra ainsi un débit déterminé composé de l'eau provenant du coteau et de l'eau venant du fleuve; et qu'ensuite, à une très-petite distance de cette première galerie, on en établisse une seconde parallèle et qu'on épuise dans les deux galeries de manière à avoir le même niveau que dans la première expérience, il est clair qu'on n'aura pas plus d'eau.

» La galerie du côté du cours d'eau ne donnera que l'eau qui venait de cette origine et la même quantité, car l'épaisseur du batardeau filtrant n'a pu subitement diminuer, et, le niveau étant le même entre les deux galeries, il ne saurait y avoir d'écoulement de l'une à l'autre.

» Quant à la galerie plus éloignée du cours d'eau, elle ne saurait, par la même raison, donner que de l'eau venant du coteau.

» Si maintenant on réunit ces deux galeries en enlevant le terrain qui les sépare, on n'augmentera pas évidemment le débit, puisque ce terrain ne reçoit d'eau d'aucun côté.

» Concluons de là que la largeur des galeries filtrantes est sans influence sur le produit de la filtration.

» Il faut cependant que cette largeur soit suffisante pour que leur débit s'écoule avec une pente négligeable, mais comme ce débit n'est jamais considérable et qu'elles n'ont jamais un très-grand développement, cette condition est naturellement remplie par de très-petites dimensions.

» Le seul inconvénient d'une galerie trop étroite serait qu'à l'extrémité opposée à l'épuisement l'eau se tenant un peu plus élevée, la filtration y fût moins abondante que dans le reste.

» Sous cette réserve, qui trouvera rarement son application, on peut dire que la largeur à donner aux galeries filtrantes doit être celle qui donne le minimum des dépenses de construction.

» Les galeries de 5, 10, 15 et 20 mètres de largeur n'ont donc pas de raison d'être ; ce qui dépasse la largeur nécessaire pour la construction et l'écoulement est une dépense complétement inutile.

» En ce qui concerne leur profondeur, nous ferons observer qu'en augmentant la vitesse de filtration on s'expose, comme à Lyon, à amener du sable et à compromettre ainsi la solidité soit de la galerie elle-même, soit des constructions voisines ; il y a aussi quelques chances d'avoir de l'eau moins claire ; ces inconvénients peuvent être plus ou moins graves, suivant les circonstances où on se trouve ; on les prévient en allongeant la galerie et par tous les moyens qui rendent la filtration plus abondante. »

Bien qu'Angers fût traversée par la Maine, dont les eaux eussent pu, à la rigueur, être employées, celles de la Loire, à cause de leur grande réputation de salubrité, leur furent préférées, malgré leur distance de **5 kilomètres de la ville.**

La prise d'eau a été établie dans l'Ile du Château, qui contient un des quartiers de la petite ville des Ponts-de-Cé. Des puits d'essai ayant donné des résultats favorables, on ne douta pas qu'en creusant une galerie dans cette île, entièrement composée des sables de la Loire, on ne trouvât toute l'eau nécessaire à la distribution.

On espéra même la trouver dans l'emplacement acquis pour l'usine hydraulique et c'est autour des bâtiments mêmes de cette usine que fut creusée une première galerie de 91m de longueur, de 2m de largeur, à 2m 50 au dessous de l'étiage.

Sous le rapport de la fraîcheur et de la limpidité, le résultat fut très-favorable ; mais, pendant l'été de 1858, on ne put tirer que 1,000 à 1,100m c par jour.

On entreprit, alors, une galerie nouvelle se dirigeant vers le grand bras de la Loire, distant de la première de 480 mètres. La longueur de cette galerie est de 296 mètres, le radier est à 1m 70 au dessous de l'étiage.

Dans les jours les plus secs, le produit des deux galeries n'a jamais été inférieur à 3,500 mètres cubes par jour.

Dans ces dernières années, le prolongement de la galerie nécessaire pour atteindre le grand bras de la Loire a été exécuté ; c'est un nouveau tronçon de 180 mètres de longueur.

A l'aide de cette dernière galerie, qui débouche dans le fleuve, on est sûr d'avoir une quantité d'eau illimitée, mais non filtrée, dans le cas où un besoin pressant se ferait sentir, une quantité suffisante et clarifiée, en temps ordinaire, en fermant, au moyen d'une vanne, l'extrémité de la galerie.

Les galeries d'Angers auraient donné, croyons-nous, de meilleurs résultats, si elles avaient été, tout d'abord, tracées dans une autre direction que celle primitivement adoptée.

L'erreur principale a été de croire qu'on trouverait, dans l'emplacement même de l'usine, avec une fouille de moins de 100 mètres d'étendue, à une faible distance du petit bras Saint-Aubin, presque toujours à sec, et à 480 mètres du grand bras de la Loire, toute l'eau nécessaire à la distribution.

L'idée de faire circuler les galeries autour de l'usine, dont le mur de fond sert de pied droit au tronçon principal de la première galerie, nous semble dangereuse.

Des tassements, en effet, peuvent se produire, qui compromettent la solidité des bâtiments.

Suivant nous, l'usine et ses dépendances doivent être complétement isolées de semblables ouvrages.

La seconde et la troisième galerie, au lieu de marcher à la rencontre

du grand bras, auraient dû, croyons-nous, se développer latéralement au fleuve. Nous pensons qu'on aurait, ainsi, obtenu un volume d'eau filtrée plus considérable.

Les regards qui existent sur les nouvelles galeries ne sont pas hermétiquement fermés. Aussi, en temps de crue, les eaux qui couvrent l'île pénètrent-elles dans les galeries et viennent-elles altérer les produits de la filtration.

M. Dupuit, sous la direction duquel les premiers travaux d'Angers furent exécutés, a rencontré, dès le début, des difficultés d'expropriation qui, en lui disputant le terrain qui lui était nécessaire, ne lui permirent pas de faire l'application complète des théories qu'il avait émises sur la question des galeries filtrantes.

Dans une note présentée, en 1872, à l'Académie des Sciences, M. Aristide Dumont s'exprime ainsi :

« J'ai soumis, en 1866, à l'Académie, les bases d'un projet pour ali-
» menter la ville de Nîmes d'eau potable, à l'aide des eaux du Rhône
» naturellement filtrées.

» Depuis lors, j'ai exécuté ce projet.

» Il assure à la population de cette ville une distribution journalière
» de 30,000 mètres cubes, soit 500 litres par habitant et par jour.
» Ainsi se trouve résolu ce problème séculaire des eaux de Nîmes, qui
» était posé depuis le jour où le pont du Gard, détérioré par les Van-
» dales, a cessé d'y amener les sources d'Eure.

» Au point de vue scientifique et industriel, cette opération présente
» trois ordres de faits intéressants :

1° La filtration naturelle des eaux du Rhône par une galerie souterraine et latérale de 500 mètres de longueur, de 11 mètres de largeur intérieure ; cette galerie est, aujourd'hui, la plus grande connue.

2° Le refoulement direct de ces eaux par deux machines à vapeur verticales, du système Wolf, de 200 chevaux chacune, à une distance de 9,960 mètres, par une conduite de refoulement unique de 0^m 80 de diamètre intérieur.

3° Consommation minime de charbon, 1 k. 400 par heure et par force de cheval, calculée en eau montée.

« De ces faits, ajoute M. Dumont, résultent des conséquences impor-
» tantes en ce qui touche la théorie des distributions d'eau, en général,
» tant au point de vue de la possibilité de filtrer naturellement les eaux
» des fleuves, avec une grande abondance, qu'à celui de l'économie re-
» marquable que l'emploi simultané de la filtration naturelle et des ma-
» chines présente, pour l'approvisionnement des grands centres de po-
» pulation, sur l'emploi des eaux de source.

» Si la ville de Nîmes, placée dans les conditions les plus favorables,

» éloignée de 27 kilomètres du Rhône, a trouvé un avantage à puiser » dans le Rhône même, à l'aval de la Durance, ses eaux d'approvisionnement, s'il est prouvé qu'on a rencontré dans cette solution, à la » fois, économie et sécurité, ne faudra-t-il pas en conclure que bien » des villes, placées sur le bord immédiat des fleuves, doivent à fortiori, dans la plupart des cas, employer les eaux de ces dernières » préférablement aux eaux de sources, presque toujours très-chères, » insuffisantes et incertaines ? »

Enfin voici, suivant M. Dumont, les principes qui doivent, en cette matière, guider l'hydraulicien :

1° Donner la préférence aux galeries latérales sur les bassins filtrants ;

2° Rapprocher, autant que possible, ces galeries du courant principal du fleuve ;

3° Donner à ces galeries le plus grand diamètre possible ;

4° Fonder les culées au niveau de l'étiage seulement, et constituer en berceau le radier inférieur filtrant.

Comme on le voit, si MM. Dupuit et Dumont ne sont pas d'accord sur le mode d'établissement des galeries, leur tracé et les dimensions à leur donner, ils n'en sont pas moins, l'un et l'autre, convaincus que la filtration naturelle peut rendre, dans certaines circonstances, de réels services pour l'alimentation des villes en eau potable.

Dans ses savantes études hydrologiques, publiées en 1872 sous ce titre : *La Seine*, M. Belgrand émet une opinion complétement différente.

« On a prétendu, dit M. Belgrand, qu'on pouvait filtrer les eaux des rivières au moyen de galeries ouvertes dans les graviers des berges.

» L'eau qui circule dans ces graviers ne provient pas des rivières ; elle est toujours à un niveau plus élevé, et provient par conséquent des nappes souterraines. Si donc on se contentait de prendre l'eau dans les graviers, sans abaisser son niveau, on serait certain de ne pas recevoir une seule goutte d'eau provenant de la rivière.

» Mais on admet généralement qu'en abaissant notablement le niveau de l'eau de la tranchée au dessous de celui de la rivière, on fait un appel à l'eau de cette dernière, et qu'on obtient ainsi un filtrage naturel. Telle est l'opinion de plusieurs ingénieurs distingués, notamment de Darcy.

» J'ai été conduit à une opinion opposée par l'étude des faits ; suivant moi, l'eau des galeries filtrantes provient, en grande partie, des nappes d'eau souterraines. »

Après avoir fait l'essai des eaux recueillies dans les galeries filtrantes de Lyon, de Toulouse et de Fontainebleau, M. Belgrand constate que

leur titre hydrotimétrique diffère sensiblement de celui du Rhône, de la Garonne et de la Seine, ce qui prouve l'influençe de la nappe souterraine.

« En 1859, dit M. Belgrand, lorsqu'on a proposé d'alimenter Paris en eau de la Loire, j'ai été chargé de l'étude du projet. On supposait que les puits creusés le long du fleuve, dont l'eau, disait-on, était d'une limpidité et d'une pureté admirables, étaient alimentés par la Loire.

» J'ai fait l'essai comparatif de ces eaux de puits et de celles de la Loire, puisées entre Cosne et Orléans, où devait se faire la prise d'eau de dérivation, et voici les titres hydrotimétriques obtenus :

Puisage du 24 mai 1859, à Cosne :

	Titre hydrotimétrique.
Eau du fleuve à peu près claire.....	5° 91
Eau d'un puits à 35m de la berge.....	32° 76
Eau d'un puits à 1,100m de la berge.....	29° 12

A Neuvy :

Eau du fleuve en amont de la ville.....	6° 83
Eau d'un puits à 24m de la berge.....	52° 78
Eau d'un puits à 1,200m de la berge.....	29° 68

» Dans chaque localité on a essayé l'eau des deux puits.

» Le niveau du puits le plus rapproché varie avec celui du fleuve, le niveau du puits éloigné est invariable ; les essais font voir clairement qu'il n'y a aucun rapport entre les eaux du fleuve et celles des puits, que ces derniers soient éloignés ou rapprochés de la berge.

» Ce qu'il y a de plus singulier, c'est que l'eau de ces puits se trouble pendant les crues du fleuve.

» Ces expériences continuées sur le produit des galeries filtrantes de Neuvy et de Blois, les essais faits dans la plaine d'Ivry et au quai d'Austerlitz, ont donné des résultats analogues.

» Il n'est donc pas possible, dit M. Belgrand, de filtrer l'eau de la Seine dans les graviers de ses berges.

» L'eau qu'on obtient ainsi est dure et impropre à tous les usages domestiques.

» Elle ne provient pas de la Seine, mais de la nappe d'eau souterraine.

» Le sable et le gravier qui tapissent le lit du fleuve s'engorgent comme les filtres ordinaires, deviennent imperméables et ne laissent plus passer l'eau en quantité notable.

» C'est ce que personne n'avait constaté jusqu'ici.

» Tous ceux qui se sont occupés de cette question, ont en outre commis une erreur capitale. Ils ont admis que le volume d'eau filtrée devait être proportionnel à la surface de la galerie filtrante.

» On peut conclure de ce qui précède, qu'en ouvrant des galeries filtrantes le long d'une rivière, on n'obtient un bon résultat que si l'eau des nappes souterraines est elle-même de bonne qualité ; que sur les rives de la Seine, près de Paris, et de la Loire, il n'existe pour ainsi dire aucune relation entre les eaux ainsi obtenues et celles du fleuve.

» Ces résultats permettent d'expliquer la persistance du filtrage dans ces galeries, alors que les filtres artificiels s'engorgent avec une grande rapidité.

» On se demandait comment les galeries filtrantes de Lyon et de Toulouse continuaient à fonctionner depuis si longtemps, sans aucune espèce de nettoyage.

» On cherchait à expliquer le fait en disant que le fleuve, en déplaçant les sables qui tapissent son lit, renouvelait la partie réellement utile du filtre ; mais, s'il en était ainsi, lorsque le fleuve opère le nettoiement de ce filtre naturel, en remuant les graviers qui en forment la superficie, les matières en suspension entraînées par l'eau même qui se filtre plus profondément dans la masse de ces graviers en oblitéreraient rapidement et d'une manière irrémédiable tous les petits canaux. Le filtre deviendrait promptement imperméable. Cette explication n'est pas admissible.

» En admettant, au contraire, que les galeries filtrantes soient alimentées surtout par les nappes souterraines, on s'explique très-bien la persistance de leur action, puisqu'elles ne reçoivent que des eaux naturellement limpides.

» Ce moyen de se procurer de l'eau de source, peut être mis en pratique avec avantage dans les plages de graviers des grandes vallées crétacées du bassin de la Seine. Dans les autres terrains, l'eau de rivière doit être filtrée artificiellement. »

Mais après avoir examiné les procédés de filtrage en grand proposés jusqu'à ce jour, et qui dérivent presque tous du système anglais, c'est-à-dire du filtre au sable fin, agissant sous une faible pression d'eau, M. Belgrand ne croit pas qu'on puisse utilement appliquer dans notre pays ce procédé, d'ailleurs très-dispendieux, et qui lui paraît en outre plutôt détériorer qu'améliorer la qualité de l'eau.

En résumé, d'après M. Belgrand, les eaux de source convenablement choisies sont seules potables à l'état naturel ; jusqu'ici on n'a trouvé aucun procédé pour ramener à cet état irréprochable les eaux de rivière, dont la corruption, dans le voisinage des grandes villes, s'accroît rapidement.

Nous avons voulu, à raison de son importance, exposer aussi complétement que possible la théorie de M. Belgrand sur la question qui nous occupe ; nous essaierons d'en formuler une moins absolue, après avoir rapidement résumé les observations que nous avons été mis à même de faire, au cours de récentes études d'un projet de galeries filtrantes, en amont de Nantes.

En 1856, des puits d'essai furent ouverts dans la prairie de Mauves, sur la rive droite de la Loire ; mais ils ne donnèrent qu'une eau rougeâtre, se corrompant au contact de l'air et impropre à tous les usages. Les terrains d'alluvion qui bordent la Loire aux environs de Nantes furent jugés semblables à ceux de la prairie de Mauves et on abandonna, à regret, le projet d'établissement de galeries filtrantes.

De nouvelles tentatives, faites en 1868, dans la même prairie, ne donnèrent pas de meilleurs résultats que les premières.

Ces essais infructueux ne nous empêchèrent pas, l'année suivante, de poursuivre les études commencées, dans le but d'arriver à améliorer un service dont nous avions pu constater les imperfections et les inconvénients.

Après avoir observé le régime du fleuve et l'action des courants sur les rives, nous crûmes reconnaître que les amas de limon se trouvent généralement dans le lit de crue, qui suit la courbe de moindre développement et que le lit d'étiage ou de basses eaux, qui, au contraire, suit la courbe du plus grand développement, ne contient que des sables, sauf sur quelques points où les vases se sont trouvées arrêtées par un obstacle quelconque, végétation ou bas-fond.

Dans la partie du fleuve que nous avons plus spécialement observée, les vases semblent se porter vers la rive droite pour y former des alluvions d'une nature marneuse, comme celles qui constituent les prairies de Mauves et de la Madeleine.

La rive gauche, au contraire, subissant l'action érosive du courant, paraît être à l'abri d'atterrissements de cette nature, et le fleuve ne roule sur le lit d'étiage que du sable pur.

Si au moyen d'une digue, dont une partie sera perpendiculaire au courant et l'autre parallèle, on parvient à emmagasiner une grande quantité de sable, on constituera ainsi un massif perméable, essentiellement propre au filtrage naturel.

C'est précisément l'office qu'ont rempli, depuis vingt-cinq ans, les digues qui s'étendent du bras de la Madeleine au pont du chemin de fer de Vendée ; des coupures de 50 mètres, de distance en distance, ont permis au courant, sur une longueur de plus de 1,200 mètres, de combler avec le sable qu'il roule, l'espace compris entre les digues et les rives de l'île ou prairie de Biesse.

C'est sur cet emplacement que nous avons cru devoir concentrer nos recherches.

Au mois d'octobre 1869, des sondages furent exécutés ; ne voulant pas nous en tenir au sondage à la barre, nous avons enfoncé des tubes de $0^m 120^{m/m}$ de diamètre jusqu'à une profondeur variant de 5 à 15 mètres.

Au moyen d'une sonde à clapets, qu'on remplissait par percussion, nous enlevâmes des tubes tout le sable qu'ils contenaient ; nous avons réussi, de cette façon, à nous procurer des échantillons des différentes couches du terrain exploré, et cela sur douze points différents.

Les résultats obtenus peuvent se résumer ainsi : le sous-sol de l'extrémité de l'île entre le bord de l'île et les digues est composé de sables de différentes natures ; les couches supérieures sont jaunes et très-belles, d'une moyenne grosseur ; à des profondeurs variables, les couches deviennent plus grises ; elles sont même presque noires dans certaines parties, au point de faire croire à un mélange de sable et de jalle (vase compacte) ; mais, en lavant soigneusement ce sable, on s'aperçoit qu'il est pur.

La jalle n'a été trouvée que par couches faibles et assez rares, sauf dans les bas-fonds, où il est d'ailleurs facile d'expliquer sa présence ; à marée haute, en effet, les bas-fonds s'emplissent des eaux de la Loire, souvent chargées de limon ; la marée, en se retirant, les y laisse ; n'étant plus alors soumises à aucun mouvement, les eaux déposent les matières qu'elles tiennent en suspension ; à la marée suivante, nouveau dépôt, qui vient s'ajouter au premier, de sorte qu'au bout d'un temps assez court, la couche de vase prend une certaine épaisseur.

D'un autre côté, depuis quelques années, l'intérieur des digues est planté d'osiers ; les détritus végétaux que le courant n'entraîne pas, s'accumulent dans les excavations et s'y décomposent.

Lorsque ces osiers auront été arrachés, le sol dragué, puis remblayé, ces dépôts ne se reproduiront pas ; le massif filtrant ne sera plus, dès lors, composé que de sable pur, jusqu'à une profondeur moyenne de 7 mètres au dessous de l'étiage.

Au commencement de l'année 1870, nous fîmes creuser deux puits d'essai, le premier dans le sable pur, à 25 mètres de la berge, le second à 350 mètres du premier et à 70 mètres de la berge, dans un bas-fond, où les vases provenant des crues se sont toujours accumulées. Ces deux points, choisis à dessein, devaient nous permettre de comparer les eaux provenant de deux terrains différents et de nous rendre compte de l'influence des parties vaseuses sur l'eau qui les traversait.

Les deux puits, de $1^m 50$ de diamètre, furent descendus jusqu'à $5^m 50$ de profondeur.

On remarqua, avant tout épuisement :

1° Que le niveau d'eau dans les puits était le même que celui du fleuve ;

2° Que l'effet de la marée s'y faisait sentir.

Le 1er mars 1870, au moyen d'une pompe actionnée par une locomobile, on abaissa le niveau de l'eau dans le premier puits à 1m 80 au dessous de celui du fleuve, et l'épuisement fut continué jusqu'au 8 mars, soit pendant 192 heures consécutives, à raison de 800 litres à la minute.

Pendant ce puisage continu, le niveau de l'eau dans le puits n'a pas varié sensiblement.

Pendant les premiers jours, l'eau ainsi obtenue était extrêmement limpide au moment du puisage ; quoique légèrement acidulée, elle était légère, agréable à boire, propre à tous les usages, mais au contact de l'air, elle se troublait, devenait rougeâtre, et enfin abandonnait, après un repos de quelques heures, une matière ocracée ; à mesure que le puisage se prolongeait, ce caractère particulier disparaissait, et, à la fin de l'expérience, l'eau du puits ne présentait plus ni trouble ni dépôt ; l'eau recueillie dans ce puits était claire et limpide, alors que dans le fleuve elle était chargée et colorée d'une teinte laiteuse prononcée.

L'expérience ayant été renouvelée au mois de juillet, alors que la température de la Loire était de 24°, il fut constaté que l'eau recueillie dans le puits n'avait que 14°, c'est-à-dire qu'elle était fraîche en été.

Dans le second puits, le puisage fut continué pendant 180 heures, du 26 mars au 2 avril.

Pendant les deux premiers jours, l'eau était chargée de vases et avait une forte odeur de marécage, mais peu à peu elle s'éclaircit ; le quatrième jour elle était, au sortir de la pompe, d'une limpidité parfaite ; mais elle se troublait au contact de l'air, devenait rougeâtre et présentait les mêmes caractères que l'eau du premier puits, mais d'une façon beaucoup plus prononcée.

Ainsi que nous l'avons dit, il y avait tout lieu de s'attendre à ce que cette eau fût bien inférieure à la première, l'emplacement choisi étant peu propre, en effet, à donner de l'eau potable; quoi qu'il en soit, il est permis de croire qu'après un puisage prolongé, l'eau puisée, même sur ce point, s'améliorerait sensiblement.

Soumises à l'analyse chimique, ces eaux ont donné les résultats suivants :

Eau du premier puits creusé dans le sable,

Eau limpide ne contenant que de très-faibles traces de matières organiques.

Le résidu d'évaporation par litre est de 0g 220, formé de :

Silice	0g 035
Alumine et oxyde de fer	0 028
Carbonate de chaux	0 049
Carbonate de magnésie	0 008
Chlorure de sodium	0 009
Chlorure de magnésium	0 008
Silicate de potasse, sulfate et carbonate de soude, eau de combinaison	0 077
Total	0g 220

Cette eau a une grande analogie avec celle de la Loire ; toutefois, son titre hydrotimétrique est..... 17°
celui de la Loire étant..... 12° 5

Eau du 2e puits, creusé dans un bas-fond vaseux :

Eau limpide, déposant rapidement une substance jaune rougeâtre, représentant 0g 057 par litre de liquide, et presque entièrement formée de sesquioxyde de fer.

Traces notables de matières organiques.

Titre hydrotimétrique..... 19°

L'essai comparatif des eaux obtenues dans les deux puits nous confirme dans notre opinion, que c'est en se rapprochant du massif perméable compris entre les bords de l'île et les digues, et constitué comme il est dit ci-dessus, qu'on rencontrera l'emplacement le plus propre à la filtration naturelle et devant fournir une eau analogue à celle du premier puits, qui peut être considérée comme type.

Le titre hydrotimétrique de cette eau, puisée le 30 juillet, est 17°
celui de l'eau de Loire, puisée le même jour, n'est que..... 12° 5
ainsi que l'a constaté M. Bobierre.

M. Belgrand donne les titres hydrotimétriques suivants pour les eaux de la Loire, puisées le 24 mai 1859, entre Cosne et Orléans. 5° 91
6° 83

pour les eaux de la Loire puisées à Nevers, le 3 septembre 1861. 7°
pour les mêmes eaux, puisées le 3 février 1862..... 4° 96
enfin pour les eaux de la Loire puisées à Blois, le 22 juin 1859. 7° 76

De la comparaison de ces chiffres, il résulte que les eaux sont moins dures en hiver que dans la saison sèche, et que, d'autre part, elles semblent devenir plus dures à mesure qu'on se rapproche de l'embouchure du fleuve.

Il convient de remarquer que l'écart entre le titre hydrotimétrique de l'eau puisée dans notre fouille, soit :..... 17°
et celui de l'eau de la Loire, à Nantes..... 12° 5
n'est que de..... 4° 5

tandis que les essais comparatifs de M. Belgrand donnent, entre le degré hydrotimétrique de l'eau du fleuve, puisée aux points indiqués ci-dessus, et celui de l'eau obtenue dans les galeries, un écart qui varie de 25 à 50°.

Sous ce rapport, les résultats obtenus à Nantes sont donc plus favorables que ceux constatés en amont de Tours.

De plus, au point de vue de la qualité et de la salubrité des eaux potables, les matières organiques ont une importance prépondérante ; or, l'hydrotimétrie n'embrasse qu'un côté de la question, et une eau peut être supérieure à une autre par les qualités les plus essentielles bien qu'elle ait un titre hydrotimétrique beaucoup plus fort.

C'est ainsi que les eaux des sources de la Vanne, dont le titre hydrotimétrique varie de 18 à 20°, et celles de la Dhuis, dont le titre est 23°, ont été préférées, pour l'alimentation de Paris, aux eaux de la Seine, qui marquent 17 à 19°.

Nous croyons donc être fondé à penser qu'une eau comme celle recueillie dans notre puits d'essai, claire et limpide en tout temps, fraîche en été, ne marquant que 17° à l'hydrotimètre, remplirait toutes les conditions d'une eau potable.

Maintenant, d'où vient cette eau ; des nappes souterraines ou du fleuve lui-même ?

« Dans une fouille creusée latéralement à un cours d'eau superficiel, » dit M. Dupuit, l'eau du coteau viendra se mêler, dans une propor- » tion plus ou moins grande, à celle de ce cours d'eau, et sa qualité » pourra être très-différente de celle de ce dernier.

» En effet, l'eau de la rivière ou du fleuve étant le produit de l'écou- » lement de tous les terrains supérieurs, sa qualité est, pour ainsi » dire, une moyenne entre celle de tous les affluents, tandis que l'eau » du coteau a traversé un terrain particulier qui a pu lui donner une » qualité toute différente.

» Mais, plus le plan de l'eau dans la fouille sera abaissé, plus l'eau » de la rivière ou du fleuve sera abondante. Si la qualité de l'eau du » cours d'eau est bonne, il ne faudra donc pas trop se préoccuper de » celle du coteau, qui n'entrera dans le mélange que pour une faible » proportion. »

D'ailleurs, on pourra diminuer cette proportion en plaçant la galerie filtrante dans une saillie des rives, comme à Toulouse, et même quelquefois, l'annihiler en plaçant les galeries dans une île, comme on l'a fait à Angers et comme nous avons proposé de le faire à Nantes.

Nous rappellerons que le niveau de l'eau dans nos puits d'essai était, avant tout épuisement, le même que celui du fleuve ; que l'effet de la marée s'y faisait sentir ; enfin, que la composition de l'eau de ces puits

offrait une grande analogie avec celle de la Loire. Pourquoi, dès lors, ne pas admettre qu'en épuisant dans la fouille, descendue à 1m 80 au dessous du niveau de la Loire, on faisait un appel à l'eau du fleuve, qui venait remplir cette fouille après avoir filtré à travers le massif perméable qui l'en séparait ?

Cette explication nous paraît parfaitement admissible ; quant à la différence de composition et de titre hydrotimétrique, nous sommes disposés à l'attribuer à l'influence des terrains traversés, à la nature des couches filtrantes elles-mêmes.

Les observations faites lors des épuisements dont il est parlé plus haut, nous confirment dans cette opinion.

Le terrain perméable que traverse l'eau recueillie dans une galerie de captage, peut être considéré comme un vaste canal dont le débit sera égal à celui d'une infinité de petits canaux ayant la même longueur que lui, et dont la somme des sections équivaudra à la section du canal multipliée par le rapport du vide au plein du terrain perméable.

Ce débit est en raison inverse de l'épaisseur de la couche filtrante; il varie avec la charge ou différence du niveau entre l'eau de la fouille et celle de la galerie.

Dans les filtres mécaniques, l'eau qui les traverse de haut en bas ou de bas en haut ayant une vitesse perpendiculaire à la surface filtrante, les molécules vaseuses que cette eau tient en suspension s'engagent dans les orifices des pores, et la pression tend à les y faire pénétrer de plus en plus.

Aussi le filtre s'engorge-t-il plus ou moins rapidement, et le nettoyage plus ou moins fréquent devient-il nécessaire.

Il n'en est plus de même lorsque l'eau a une vitesse parallèle à la surface filtrante, comme dans le filtre naturel.

En effet, la molécule vaseuse, animée de cette même vitesse, ne pourra pas s'engager dans les pores du filtre, parce que pour le faire elle serait obligée de s'arrêter un certain temps devant l'orifice, et que son repos, au milieu de la masse liquide en mouvement, la soumettrait à une pression transversale qui la transporterait en avant.

L'efficacité des filtres naturels repose donc, suivant nous, sur la libre communication entre les graviers et sables des rives et ceux qui occupent le fond normal du cours d'eau, ces derniers constituant la véritable surface filtrante.

Or, pour que cette communication essentielle au bon fonctionnement du filtre, aussi bien au point de vue de la qualité que de la quantité d'eau débitée, se maintienne, il est nécessaire, d'après ce que nous venons de dire, qu'il y ait vitesse sur la surface filtrante.

Si l'eau en contact avec cette surface n'a pas une vitesse suffisante pour entraîner la vase en suspension, comme cela peut arriver dans différentes circonstances, et, par exemple, s'il existe une couche de graviers trop gros pour filtrer, placée au dessous de la couche filtrante, cette vase pénétrera dans les pores, qu'elle finira par obstruer dans un temps plus ou moins long.

C'est ainsi, croyons-nous, que peut s'expliquer l'obstruction de certaines galeries qui se sont taries presque complétement, tandis que le produit des autres n'a pas diminué.

En un mot, pour qu'un filtre naturel puisse fonctionner utilement, *il faut*, dit M. Dupuit, *que la vase de l'eau filtrée puisse être emportée par celle qui ne l'est pas.*

Dans un avant-projet d'endiguement de la Loire, présenté en 1851, M. Wattier disait :

« La Loire emporte vers la mer toutes les matières qu'elle tient en » suspension et dont le volume est énorme (il atteint plusieurs millions » de mètres cubes par an). Cette vase provient des érosions des rives. » La partie la plus ténue se tient en suspension et voyage avec l'eau ; » c'est la plus considérable.

» La partie lourde, les sables tant soit peu gros et pesants, roule au » fond du fleuve et forme les grèves si nuisibles à la navigation. »

M. Lèchalas, dans un rapport présenté en 1869 sur la transformation de la basse Loire, s'exprime ainsi :

« Il existe deux modes de transport du sable dans les rivières : le » roulement sur le fond et la suspension au sein des eaux courantes. » Le transport du sable en suspension a été observé sur la Loire. » Arrivés à une certaine ténuité, les graviers sont emportés dans toute » la masse liquide, comme la poussière dans l'air.

» La vase se dépose, lorsque la vitesse est à peu près nulle ; le sable » très-fin, si elle est minime.

» Dans des courants un peu vifs, le grain recevra des chocs répétés, » à petits intervalles, et marchera, assez régulièrement, jusqu'au point » où un élargissement amortira les vitesses des molécules liquides, » il se formera un amas ou grève sur la ligne des amortissements.

» Les grains d'arrière auront à grimper sur un plan incliné ; ils tom- » beront au pied du talus regardant l'aval, et toute la grève leur pas- » sera sur le corps avant qu'ils se remettent en marche. La translation » se continuera lentement, jusqu'à ce qu'une crue vienne modifier la » situation. Aux courants de cette crue corresponderont des chocs sus- » penseurs ; les sables marcheront entre deux eaux, reviendront » au sol, seront repris en décrivant des trajectoires analogues à celles » des molécules d'eau, mais plus brèves, avec retours plus fréquents, » et, parfois, station sur le fond. »

Ainsi, là où les attérissements sablonneux se forment seuls dans le fond du lit comme sur le point indiqué plus haut, l'obstruction de la surface filtrante ne semble pas à redouter ; les sables qui la composent sont, en effet, sans cesse renouvelés, et il y a tout lieu de croire que la vitesse, sur le fond, est suffisante pour que la vase de l'eau filtrée, suivant la formule que nous venons de rappeler, puisse être emportée par celle qui ne l'est pas.

En résumé, nous croyons qu'en creusant des galeries perméables, le long de certains fleuves ou rivières, on peut obtenir, par la filtration des couches qui se trouvent entre ces galeries et le fleuve ou la rivière alimentaire, de l'eau limpide en tout temps et fraîche en été, ce que ne peut donner le puisage direct dans un cours d'eau superficiel ; mais nous sommes loin de conclure que ces résultats puissent être partout et toujours atteints ; nous pensons, au contraire, que, pour chaque cas particulier, il y a lieu de demander les meilleures chances de succès à l'examen des lieux, à une étude spéciale du régime du cours d'eau, de la constitution de son lit et des couches existant entre ce lit et la galerie de captage ; car la qualité comme la quantité de l'eau d'infiltration est entièrement subordonnée à la nature du massif traversé.

Beaucoup de villes ne peuvent recourir aux eaux de sources, souvent éloignées, insuffisantes ou incertaines, pour alimenter leur distribution ; beaucoup sont tenues, par des considérations diverses, techniques ou financières, de s'approvisionner au cours d'eau dont elles sont riveraines ou voisines ; il y aurait donc, pour elles, un intérêt de premier ordre, alors que les divers procédés de filtrage en grand, employés jusqu'ici, n'ont donné que les plus médiocres résultats, de trouver, dans la pratique de la filtration naturelle, les moyens d'obtenir, économiquement, de l'eau clarifiée pour leurs services publics, les usages domestiques et industriels.

Nous nous estimerons heureux, pour notre part, si ce travail, bien incomplet et bien imparfait, peut attirer sur le problème dont nous avons essayé de poser les termes, l'attention des hommes compétents, et contribuer, par suite, à hâter la solution d'une question qui intéresse l'hygiène et la santé publique.

DISCUSSION

M. Gobin, directeur des travaux municipaux de Lyon, fournit d'intéressantes explications sur les filtres employés dans cette ville ; les galeries de filtration ont actuellement plus de 6,000 mètres cubes. On avait établi, dans le principe, des bassins portés sur des piliers ; ces bassins ayant été approfondis, des éboulements se sont produits à la suite d'un abaissement exagéré du plan d'eau. Aujourd'hui, les bassins servent à l'emmagasinement des eaux et l'on emploie comme filtres

des galeries étroites de 6 à 7 mètres. La largeur des galeries de filtration est indifférente ; le débit dépend de leur longueur parallèlement au fleuve ; les couches filtrantes sont alimentées en majeure partie par le Rhône ; le titre hydrométrique des eaux est inférieur à celui du fleuve.

Des expériences ont été faites pour apprécier la puissance de filtres : on a abaissé le plan d'eau avec les machines au niveau le plus bas qu'il était possible d'atteindre sans danger, et on a constaté que le débit des galeries était de 24,000 mètres cubes, soit de 4 mètres cubes, par mètre carré en 24 heures dans les circonstances les plus défavorables. Le volume nécessaire pour l'alimentation atteignant 35,000 mètres cubes, on prend actuellement le complément directement dans le fleuve ; mais on va prolonger les galeries, et on a, en outre creusé un puits d'essai qui débite 4,000 mètres cubes. Les couches filtrantes sont marneuses ; on obtiendrait dans des sables un débit supérieur à celui qui vient d'être indiqué.

M. Jégou d'Herbeline rappelle qu'il a été chargé d'exécuter la conduite d'eau de la ville de Nantes ; que, pendant l'exécution des travaux, il a eu à se préoccuper du grave problème du filtrage des eaux ; qu'il a songé, dès le principe, à l'emploi de galeries filtrantes ; mais que cette solution, par suite de la nature du sol composant le fond et les rives de la Loire, ne lui a pas paru applicable : le lit est formé non pas de sable pur, mais par des couches alternatives de sable et d'une vase durcie et très-compacte appelée *jalle* dans le pays, et l'épaisseur alternative des couches est essentiellement variable. Il serait sans doute utile de faire des expériences, mais le succès ne lui paraît guère probable, l'eau de la Loire est, du reste, particulièrement difficile à filtrer et les pharmaciens eux-mêmes n'arrivent pas à la rendre complétement limpide.

M. Ch. BERGERON

Ingénieur civil.

DÉSENSABLEMENT DES PORTS DE MER

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 23 août 1875. —

M. Bergeron expose un procédé nouveau, dont il est l'inventeur, pour désensabler les ports de mer. L'idée première de ce procédé lui a été inspirée par une observation faite au Tréport. Une source existait sur la plage et déterminait, à mer basse, la mise en suspension du sable qui, à mer montante, était entraîné par les courants. M. Bergeron s'est proposé de reproduire artificiellement cet effet : des tubes seraient échoués à basse mer sur le banc à approfondir, percés de nombreux trous ; on injecterait dans les tubes de l'eau à haute pression ; chaque trou produirait un effet analogue à celui de la source, le banc serait peu à peu attaqué, les sables mis en suspension à basse mer par l'appareil seraient entraînés par les courants de marée.

Les applications du système seraient principalement utiles à l'entrée des ports, pour couper les barres qui tendent à s'y former naturellement ; mais on obtiendrait également des résultats satisfaisants sur des rivières à fond mobile, comme la Loire ; on disposerait les tuyaux sur un triangle ayant la forme d'un chasse-neige, qu'on traînerait dans le chenal à approfondir.

DISCUSSION

MM. JÉGOU D'HERBELINE et GOUPILLEAU rappellent qu'on a essayé à diverses reprises sur la Loire, à l'aide d'engins de formes variées, d'agiter les sables, et qu'on a obtenu des effets insignifiants.

M. JOLY pense que les essais ont été tentés sur une partie trop voisine de Nantes ; les sables lui paraissent se mouvoir dans des conditions très-différentes, suivant qu'on les examine dans le voisinage de ce port ou dans la partie maritime du fleuve ; dans la section supérieure, ils se déplacent très-lentement, au moins pendant la période des basses eaux et des eaux moyennes, et le draguage est sans doute le procédé le plus sûr et le plus économique pour se débarrasser des seuils qui gênent momentanément la navigation. A mesure qu'on se rapproche de Paimbœuf, au contraire, les courants de marée augmentent d'intensité, les sables deviennent de plus en plus mobiles, et il est possible, en facilitant artificiellement leur mise en suspension, d'obtenir des approfondissements marqués ; il cite, à l'appui de son opinion, les résultats d'une expérience qu'il a faite cet hiver, où, à l'aide de trois rangs de fascines, mouillées sur un seuil de 150 mètres de longueur, à 1^m 50 au-dessus du fond, il a pu obtenir un approfondissement du chenal de près de 1 mètre.

Tout en reconnaissant que les tubes de M. Bergeron auraient une certaine action, il ne pense pas que l'effet produit serait suffisant pour rendre pratique l'emploi de l'appareil décrit : on obtiendrait de meilleurs résultats en disposant, sur un bateau à vapeur capable de remonter le courant, des turbines à axe vertical qui agiraient sur le fond au moment même où les courants ont le plus d'intensité, c'est-à-dire vers la mi-marée.

M. LE GOARANT DE TROMELIN

Enseigne de vaisseau.

SUR UN SILLOGRAPHE, DESTINÉ A TRACER AUTOMATIQUEMENT, SUR LE PAPIER, LES COURBES QU'UN BATIMENT A VAPEUR DÉCRIT DANS UNE ÉVOLUTION

— Séance du 23 août 1875. —

EXPOSÉ DU PRINCIPE.

Le principe de cet instrument est fondé sur ce que le mouvement d'un navire qui décrit une courbe peut se décomposer en deux mouvements, l'un de rotation autour d'un axe vertical, les angles de rotation étant évalués, par rapport à une direction fixe dans l'espace, l'autre de translation dans la direction des éléments de la courbe.

C'est en faisant décrire un mouvement identique à une feuille de papier, par rapport à un crayon fixe appuyant sur le papier, que l'on obtiendra le mouvement cherché.

La direction fixe sera l'ombre du soleil ou le relèvement d'une étoile, si l'évolution doit être de courte durée; si elle doit être longue, on pourra prendre la direction de l'aiguille aimantée compensée, qui peut servir dans tous les cas. La compensation du compas sera efficace, ne devant servir que pour un même lieu; en expérience, elle n'aura pas les variations qu'elle subit dans le cours d'une navigation, suivant la latitude et la longitude.

Le mouvement de translation sera donné au papier par un loch électrique, qui, à chaque tour d'hélice, ouvre et ferme le courant, ce qui fait agir un électro-aimant, qui, par une transmission de mouvement, communiquera au papier une vitesse de translation proportionnelle à celle du navire, au moyen d'un peigne s'appuyant dessus.

Je vais d'abord décrire l'instrument tel qu'il faudrait le construire pour qu'il fonctionne automatiquement et sans que l'on ait besoin de s'en occuper. J'indiquerai ensuite comment on pourrait le simplifier à l'aide d'un opérateur.

DESCRIPTION DU SILLOGRAPHE.

Il se compose :

1° D'un récepteur, fondé sur le même principe que le télégraphe Bréguet des chemins de fer (je ne le décris donc pas) ; seulement, cet appareil est double, afin d'obtenir la rotation dans les deux sens, ce qui

n'a pas lieu dans le récepteur Bréguet. De plus, l'axe qui tourne, et auquel est fixée l'aiguille destinée à marquer les lettres sur le cadran, est remplacé par une tige beaucoup plus grosse, supportant un disque de bois, lié avec elle. Le papier, placé sur ce disque, tournera avec lui dans un sens ou dans l'autre, suivant que le courant passera dans l'un des deux électro-aimants qui sont dans ce récepteur.

2° D'un assez fort aimant, faisant l'office de manipulateur, et suspendu à la cardan comme le compas de relèvements d'un navire. A cet aimant est fixée une fine languette de cuivre, faisant l'office de ressort et s'appuyant sur un cercle en cuivre extérieur fixé au navire et divisé, de 3 en 3 degrés, par de petites broches verticales, de sorte qu'à chaque trois degrés dont le navire tourne, le courant est interrompu par le petit ressort, passant d'une broche à la voisine. La rose porte, en outre, un inverseur monté délicatement au dessus du pivot de la rose, de telle sorte que le courant qui vient de la pile passe dans la masse formée par les broches, par le ressort, le pivot, et se rend par l'inverseur dans l'une des deux bornes fermant le circuit correspondant aux lignes qui se rendent chacune à l'un des deux électro-aimants du récepteur.

On voit donc que, si la roue d'échappement du récepteur est disposée de façon à ce que le disque tourne de 3° à chaque interruption du courant, deux lignes tracées parallèlement sur le disque et sur la rose se maintiendront constamment parallèles et fixes par rapport à l'espace, pendant toute la durée de l'évolution.

Le papier qui repose sur le disque tournera donc comme ce disque, par rapport au navire, d'angles égaux à ceux dont le bâtiment vire.

3° De l'appareil servant à donner au papier le mouvement de translation.

Il se compose d'une hélice plongeant dans la mer, et d'un récepteur simple des télégraphes Bréguet, des chemins de fer, disposé en compteur, et dont l'axe de l'aiguille indicatrice supporte un petit réas, autour duquel s'enroule un cordon, lié à une coulisse, qui se meut entre deux glissières. Cette coulisse porte un peigne, qui s'appuie par trois pointes sur le papier, mais sans le percer.

L'hélice, disposée comme celles des lochs à hélice enregistreurs, ouvre et ferme le circuit métallique au moyen d'une languette de cuivre liée à l'arbre de l'hélice. Les 2 fils, formant le circuit complet, sont contenus dans le même fil remorqueur. On pourrait, d'ailleurs, n'en mettre qu'un seul, en fermant le circuit par la mer. Le courant sera toujours fermé, puisque l'hélice plonge dans la mer; mais, suivant que le circuit sera métallique ou fermé par la mer, la résistance du circuit variera beaucoup d'intensité, de telle sorte que l'on

pourra facilement régler le ressort antagoniste de l'électro-aimant du compteur, de façon qu'il ne fonctionne que lorsque le circuit métallique sera fermé, ce loch est donc nouveau comme principe.

Deux aiguilles indicatrices, dont l'une supporte le réas, et donnant les nombres de tours, l'autre donnant les centaines, pourront permettre d'avoir, à un moment quelconque, au moyen d'un sablier, la vitesse du navire, si l'on a eu soin de déterminer à l'avance, par expérience, le nombre des tours de l'hélice correspondant aux différentes vitesses.

Enfin, la coulisse supporte un électro-aimant, qui se déplace avec elle.

Le crayon, placé au centre de rotation du disque, n'oppose aucune résistance à la rotation du papier; mais le peigne, au contraire, l'empêcherait de tourner. Le courant, commandé par la rose, passe, avant de se rendre au récepteur, par cet électro-aimant, de telle sorte que, le courant étant interrompu à la fois dans le récepteur et dans cet électro-aimant, le peigne, lié en équerre à l'armature de l'électro-aimant, obéissant à l'action d'un ressort antagoniste, abandonne le papier au moment où le disque tourne.

Au moyen de ces deux mouvements combinés donnés au papier, le crayon, qui est fixe, tracera donc sur le papier une série d'éléments rectilignes, faisant entre eux des angles de trois degrés.

NOTA. — Une graduation faite sur les glissières donnera, par le point de départ et d'arrivée de la coulisse, la longueur de la courbe en mètres, si l'on a eu soin de déterminer, par l'expérience, l'échelle à laquelle la courbe se trouve tracée sur le papier. Cela se fera en même temps que l'on déterminera le nombre de tours de l'hélice correspondant à la vitesse du navire.

Une pile spéciale actionne le circuit de l'hélice et du compteur. On pourrait avec le compteur et l'hélice seuls obtenir les changements de vitesses au commencement de la courbe, et les cercles exacts minima que le navire décrit sous un certain angle de barre avec une certaine vitesse. Il suffira pour cela, d'attendre que le navire ait sa vitesse de rotation uniforme sur lui-même, et qu'à partir de cet instant le navire soit revenu au même cap. Le nombre de tours de l'hélice lu sur le compteur, donnera la longueur de la circonférence, et en divisant par π on aura le diamètre. S'il y avait peu de brise, on pourrait ne décrire qu'un demi-cercle.

MODIFICATIONS, SIMPLIFICATIONS.

On pourrait supprimer toute la transmission électrique de l'appareil de rotation. Pour cela, il suffirait d'avoir un observateur maintenant

constamment à la main le disque, suivant une direction fixe, obtenue par l'ombre d'un style, s'il y avait du soleil, placé au dessus du disque dans le prolongement du crayon, ou bien par une aiguille aimantée située au dessus du disque. Quand on verrait l'écart entre l'ombre du soleil et le point de repère marqué sur le disque, suffisamment grand, on lèverait le peigne et l'on remettrait le disque dans ses repères. On pourrait aussi remplacer la transmission électrique par un mouvement d'horlogerie (sans balancier), donnant l'échappement de 3° en 3°.

Si, maintenant, l'on craignait qu'une rose, dans les conditions précitées, ne soit trop paresseuse, on placerait l'inverseur et le ressort sur une tige située en dessous de l'aimant, l'on maintiendrait, à la main, la tige portant l'inverseur et le ressort parallèles à l'aiguille aimantée, et la transmission se ferait de la même façon. C'est ainsi que l'on agirait avec le relèvement d'un astre ou l'ombre du soleil.

CONCLUSION.

On pourra donc, en employant un des moyens que j'ai indiqués, obtenir, avec cet appareil, les qualités giratoires des bâtiments en essai, et l'on sait combien cette question est importante pour les navires de guerre. Cet instrument offrira aussi un grand intérêt aux marins pour l'étude des évolutions en escadre, et montrera le commencement et la fin des courbes de giration sous les différents angles de barre; ce qui permettra de tracer *rapidement* les tableaux relatifs à ces éléments.

Le principe de cet instrument donne donc un mouvement à peu près semblable à celui du navire, car cet appareil ne tient pas compte de l'angle de dérive du navire à vapeur, qui décrit une courbe très-prononcée avec une forte vitesse. Il en résulterait que le commencement de la courbe, jusqu'au moment où le navire décrit son cercle, serait un peu trop courbe, et que la fin de la courbe obtenue au moment où l'on a redressé la barre ne serait pas assez courbe. Ces deux courbes, le commencement et la fin, différentes l'une de l'autre, comprennent la vraie courbe que le navire a décrite, que l'on déduirait par la comparaison ou la superposition des deux courbes tracées sur le papier. Le cercle minimum de giration du navire obtenu sur le papier pour un angle de barre donné et une vitesse donnée, sera exact, car la dérive est alors constante. Le courant n'a pas d'influence sur le loch, et comme le navire se présente dans toutes les directions au vent dont le loch tient compte, les erreurs se compensent, et l'on obtiendra finalement le cercle minimum de giration en eau calme et sans brise. L'on a, en tout cas, avec cet instrument, le moyen d'avoir tous les éléments nécessaires aux études théoriques et pratiques de la giration des navires à vapeur.

Les Russes auraient peut-être pu en trouver l'application pour le tracé des courbes que décrivaient leurs canonnières, lorsqu'ils s'exerçaient à se servir de l'éperon, et l'escadre n'aurait pas été obligée d'obtenir, par relèvements, ces courbes que les officiers étudiaient ensuite avec tant d'intérêt.

M. Em. LEMOINE

Ingénieur civil, ancien élève de l'Ecole polytechnique.

RHÉOMÈTRE A EAU

EXTRAIT

— Séance du 25 août 1875. —

M. Lemoine fait, de la part de M. H. Giroud, membre de l'Association, une communication sur l'application du principe *rhéométrique* à un rhéomètre à eau.

Cet instrument rend constante la quantité d'eau écoulée quelle que soit la pression avant lui et quel que soit l'orifice de sortie ; pourvu naturellement que ce dernier ait une grandeur suffisante pour que le volume déterminé par l'instrument puisse s'écouler par lui à la pression de l'eau dans la conduite.

M. GOBIN

Ingénieur des ponts et chaussées, Directeur des travaux municipaux de Lyon.

EMPLOI DE LA DYNAMITE POUR LE CASSAGE DES GLACES

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 25 août 1875. —

M. Gobin fait connaître les procédés qu'il a employés à Lyon pour casser la glace à l'aide de la dynamite en 1871. La Saône et le Rhône présentaient à la surface une couche de glace de 18 à 20 centimètres d'épaisseur ; les premiers essais de cassage furent faits à l'aide de cartouches placées à la surface : la dynamite produisait des trous étroits ; on pratiqua alors dans la glace une encoche longitudinale de 4 à 5 centimètres de profondeur, dans laquelle on logeait un boudin de dynamite de 90 centimètres de longueur, qu'on recouvrait d'une légère couche de sable. On produisit des trous, en même temps une poussée parallèle à l'axe ; avec 210 grammes de dynamite n° 3, on obtint une fissure de 160 mètres de longueur,

et une autre, à 14 mètres de la première, de 58 mètres. Pour diviser les morceaux, on faisait des trous dans lesquels on descendait, à 1 mètre au dessous de la glace, des cartouches pesant 35 grammes et 17 grammes et demi. Il se produisait à chaque explosion un soulèvement conique de l'eau ; la glace oscillait pendant plus d'une minute et se fissurait en tous sens. Les morceaux, malgré l'épaisseur considérable de la croûte à briser, furent divisés de façon à être entraînés sans peine par le courant, et en un jour on put se débarrasser de 50,000 mètres cubes de glace avec cinq hommes et moyennant une dépense de 40 francs.

Les explosions sous l'eau font plus d'effet qu'à la surface, l'écueil à éviter est la congélation de la dynamite, qui se produit à 7 degrés au dessus de 0; les cartouches gelées sont exposées à ne détoner qu'imparfaitement. En Autriche, on emploie des cartouches-amorces qui ne gèlent pas ; elles sont formées de nitroglycérine et de coton-poudre, et sont assez fortes pour faire détoner les cartouches de dynamite gelée. Pour obtenir de bons effets, il vaut mieux encore employer des capsules doubles, contenant 1 gramme de fulminate.

Les mèches qu'on emploie pour faire détoner les mines sous-marines doivent être bien étanches ; ordinairement elles sont en gutta-percha, mais en hiver ces dernières se roidissent et ratent quelquefois ; il est bon d'avoir la précaution de les enduire de suif.

Les explosions ont l'inconvénient d'étourdir les poissons à de grandes distances, et de tuer les plus petits, souvent jusqu'à 20 et 25 mètres.

M. MAREY

Professeur au collége de France.

DESCRIPTION D'UN LOCH A CADRAN INDIQUANT A TOUT INSTANT LA VITESSE D'UN NAVIRE

— Séance du 25 août 1875. —

Lorsque Pitot imagina de mesurer la vitesse d'un courant d'eau, à l'aide du tube qui porte aujourd'hui son nom, il comprit que le problème était réversible et que le même appareil pouvait exprimer la vitesse avec laquelle on le transporte dans un liquide immobile. Pitot indiqua donc expressément que son appareil peut servir à mesurer le sillage d'un navire.

Darcy, en modifiant le tube de Pitot, montra que, sous sa forme primitive, cet instrument ne pouvait être pratiquement employé; il lui donna la disposition qui est généralement acceptée aujourd'hui par les ingénieurs hydrauliciens.

Deux tubes verticaux parallèles sont coudés à angle droit à leur extrémité inférieure, et ces branches coudées s'ouvrent en sens inverse

l'une de l'autre. Quand on plonge ces deux tubes dans une rivière, de façon que l'un d'eux présente son ouverture au courant de l'eau, l'autre s'ouvre par conséquent en sens opposé. Or, dans le premier tube, le niveau s'élève au-dessus de celui de la rivière et cela d'autant plus que le courant est plus rapide. Le niveau de l'autre tube se tient au-dessous de celui de la rivière, d'une quantité égale à celle dont le premier s'est élevé. Cette disposition est celle que Pitot avait imaginée; elle est fort peu pratique, car le changement de niveau qui se produit dans les deux tubes se passe très-près de la surface de la rivière et exigerait pour être apprécié que l'œil de l'observateur fût placé à fleur d'eau. Darcy imagina de déplacer le lieu où se produit cette dénivellation et de l'amener, sous l'œil de l'observateur, à une hauteur commode. Pour cela, il réunit, par en haut, les branches verticales des deux tubes en un tube unique en forme d'Y renversé, et par cette branche unique exerce une aspiration sur les deux tubes de Pitot à la fois. L'eau s'élève dans ces deux colonnes jusqu'à la hauteur que l'on juge commode, et, en s'élevant, les niveaux conservent la différence qu'ils présentaient sous l'influence de la vitesse de la rivière.

Sous cette forme, l'instrument de Darcy pourrait servir à mesurer la vitesse d'un bateau, si les tubes traversant la coque plongeaient dans l'eau leurs extrémités coudées, pendant qu'à l'intérieur un observateur mesurerait, à chaque instant, les différences de leurs niveaux. Mais il faudrait supposer ce bateau dans des conditions à peu près irréalisables, glissant sans roulis ni tangage sur une eau dont aucune vague ne viendrait rider la surface. La moindre oscillation du bateau, se transmettant à l'instrument, imprimerait aux colonnes liquides une agitation qui rendrait la lecture impossible; ces oscillations auraient des périodes différentes pour les deux colonnes, dont la longueur n'est pas égale; enfin les vagues, faisant sans cesse varier la pression de l'eau sur les tubes immergés, tiendraient leurs niveaux dans une agitation continuelle.

Le loch dont je propose l'emploi est en quelque sorte un appareil de Darcy, dépourvu d'oscillations et soustrait aux influences perturbatrices dont il vient d'être parlé ; il n'accuse, en effet, que la différence des pressions qui existent dans les deux tubes de Pitot immergés.

Deux capsules semblables à celles des baromètres anéroïdes, mais remplies d'air, sont montées sur un même cadre métallique, parallèlement l'une à l'autre. Leurs faces qui se regardent sont réunies par une pièce de cuivre dentée en crémaillère à son bord supérieur, tandis que le bord inférieur est plat et court sur un galet. La crémaillère actionne un pignon dont l'axe porte une aiguille qui tourne sur un cadran divisé.

Si l'on fait arriver une pression quelconque dans l'une des capsules manométriques, celle-ci se gonflera et poussera la crémaillère contre la capsule opposée; dans son transport latéral, la crémaillère fera

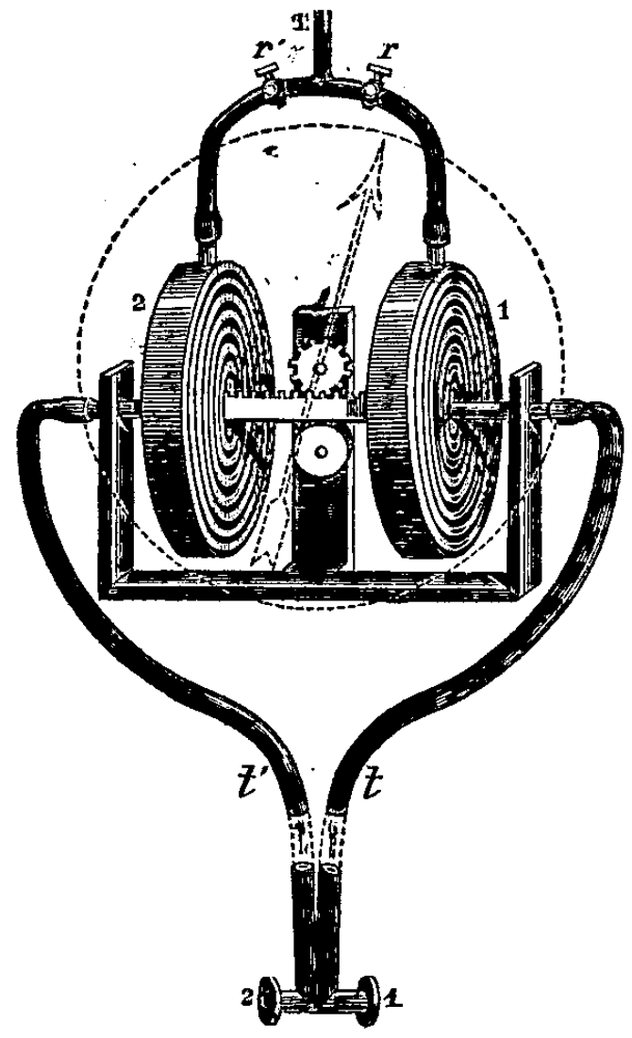


Fig. 72.

tourner le pignon et par suite l'aiguille, qui marquera un certain nombre de degrés. Mais si l'on envoyait dans ces capsules deux pressions semblables, ces efforts égaux et contraires se neutraliseraient parfaitement, la crémaillère ne bougerait pas, l'aiguille resterait fixe sur le cadran. Cet instrument ne signale que des différences de pression entre les deux capsules; suivant le sens de la marche de son aiguille et le nombre de degrés parcourus, il indique le sens et la valeur de cette différence de pression.

Il s'agit d'envoyer dans ces capsules manométriques les pressions inégales que la vitesse d'un bateau crée dans deux tubes de Pitot immergés.

Le procédé de Darcy, c'est-à-dire l'aspiration, sert à faire arriver l'eau dans les deux capsules manométriques du loch. A cet effet, la partie supérieure de ces capsules porte un tube de caoutchouc de petit calibre, mais à parois épaisses, capable de résister à la pression atmosphérique, mais assez flexible pour ne pas gêner les mouvements de l'appareil. Ces tubes, réunis en T, servent à faire l'aspiration jusqu'à ce que l'appareil soit purgé d'air et rempli d'eau. On les ferme alors et l'instrument est prêt à fonctionner.

Placé sur une table dans un bateau, cet instrument se montre indifférent aux influences perturbatrices qui feraient osciller l'appareil de Darcy. On peut enfoncer les tubes de Pitot à différentes profondeurs, leur imprimer de brusques mouvements verticaux de plongement sans que la position de l'aiguille varie. Au contraire, tout changement dans la vitesse s'accuse par une indication que l'on peut rendre aussi grande qu'on le désire en sensibilisant l'instrument. Je n'ai pu jusqu'ici expérimenter cet appareil que sur un lac et sur la Seine, où j'obtenais, bien entendu, suivant le sens de la marche du bateau, des indications très-différentes, car un loch ne peut fournir que l'expression de la vitesse relative du bateau par rapport à l'eau ; j'espère avoir l'occasion d'expérimenter en mer.

Le loch à cadran peut être transformé en appareil inscripteur qui fournirait la courbe des variations de la vitesse, et si, au moyen d'une disposition probablement facile à réaliser, on rendait les ordonnées de ces courbes proportionnelles aux vitesses, les aires mesurées au planimètre indiqueraient le chemin parcouru. Mais tel n'est pas, je pense, l'utilité que cet appareil présente. On a, paraît-il, d'autres lochs qui indiquent avec une précision suffisante le chemin parcouru, mais qui se prêtent difficilement à la mesure rapide de la vitesse actuelle. En effet, jeter le loch, compter le temps, estimer les tours d'hélices ou les nœuds qu'on a filés, cela constitue une opération relativement longue, qu'on ne fait à bord que deux ou trois fois par jour, et qu'on ne saurait répéter à chaque instant pour contrôler les effets de telle ou telle manœuvre.

Imaginons au contraire que le commandant ait sous les yeux un cadran qui exprime la vitesse actuelle, il réglera aisément ses manœuvres d'après les effets mêmes qu'elles produisent sur la marche. Un voilier saura ce qu'il gagne ou ce qu'il perd en vitesse, suivant la quantité de toile qu'il déploie ou qu'il cargue. Dans les évolutions d'escadres, chaque navire pourra régler sa vitesse comme il le doit, d'après le rang qu'il occupe. Enfin, au moment de l'entrée au port ou de la sortie, un capitaine pourra contrôler sa vitesse et s'assurer qu'elle n'excède pas le degré que la prudence recommande. Qu'on me pardonne ces appréciations sur la valeur d'un instrument qui n'a pas encore fait ses preuves, elles ne m'appartiennent pas; ce sont celles de plusieurs commandants de vaisseaux, auxquels j'ai demandé si un indicateur continu de vitesse pourrait rendre des services, et qui m'ont dit qu'un pareil instrument serait fort utile pour la rapidité et la sécurité de la navigation.

M. BALLY

De Marchais-Saint-Seurin de Bourg-sur-Gironde.

PRÉSENTATION DE PIERRES FACTICES

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 25 août 1875. —

M. Bally présente des échantillons de pierres factices qu'il appelle pierres reconstituées et qui sont faites avec un mélange de pierres tendres ne résistant pas aux gelées, provenant des environs du Bec-d'Ambez, et de chaux grasse : la pierre naturelle est réduite en morceaux grossièrement concassés, la chaux est délayée dans l'eau dans la proportion de 120 litres d'eau pour 1 mètre cube de chaux : les matières sont mélangées à bras, puis mises dans des moules : le moule peut être enlevé au bout de deux jours si les matières employées sont sèches, et la pierre peut être utilisée au bout de cinquante à soixante jours : elle a acquis toute sa dureté au bout de trois ans seulement.

Le prix de revient est de 12 francs par mètre cube : la pierre factice ne serait plus gélive.

M. Alcide GROC

Directeur du service des eaux à La Rochelle.

FONTAINE INTERMITTENTE A DÉBIT MAXIMUM DÉTERMINÉ. — BOUCHE D'INCENDIE

— Séance du 25 août 1875. —

Les villes munies de distributions d'eau ont toutes à déplorer le gaspillage qui se produit inévitablement par suite du mauvais fonctionnement des appareils en usage ou de la négligence des consommateurs qui, le plus souvent, les laissent ouverts et perdent ainsi des quantités d'eau considérables.

On a obvié à cet inconvénient par les systèmes de robinets dits à repoussoir, c'est-à-dire se refermant seuls, à l'aide de ressorts ou de contre-poids; mais l'action du public, s'exerçant directement sur les organes essentiels de ces appareils, les détériore promptement et ils sont, au bout de peu de temps, comme les robinets ordinaires, qui restent ouverts quand on n'a pas la précaution de les refermer.

Quand ils sont placés sur la voie publique, l'inconvénient est grave, mais il se trouve toujours des personnes assez soucieuses de l'intérêt

général pour fermer les robinets laissés ouverts, et les municipalités sont assez prévoyantes pour faire réparer immédiatement ceux qui ne fonctionnent plus, malgré ces soins la perte d'eau est importante et elle augmente inutilement les dépenses d'élévation. Mais c'est surtout dans l'intérieur des habitations ou des établissements auxquels l'eau est livrée à discrétion, que ces consommations inutiles, quand elles ne sont pas abusives, prennent des proportions considérables.

C'est donc rendre un véritable service aux villes munies de distributions d'eau et aux compagnies qui les exploitent, que de leur fournir un appareil de puisage qui supprime complétement le gaspillage de l'eau, causé par négligence ou par abus.

Tel est le but de la fontaine intermittente à débit maximum déterminé que j'ai l'honneur de communiquer à la section du génie civil. Elle consiste simplement dans l'*application faite de l'eau à un cylindre de machine à vapeur, dont le tiroir serait manœuvré à la main.*

On comprend aisément que l'eau, arrivant en pression dans un cylindre, sous le piston placé au bas de sa course, forcera celui-ci à remonter à la partie supérieure et remplira toute la capacité du cylindre, d'où elle ne pourra s'échapper qu'autant qu'une manœuvre du tiroir la mettra en communication avec le tuyau de sortie; mais qu'arrivera-t-il alors? la partie supérieure du cylindre communiquera avec le tuyau d'arrivée de l'eau, et celle-ci repoussera le piston vers la partie inférieure, de laquelle l'eau sera chassée avec une force théoriquement égale à la pression initiale d'arrivée. La quantité d'eau qui s'écoulera ainsi par le tuyau de sortie sera égale à celle que contenait le cylindre, mais ne pourra en aucun cas lui être supérieure, et l'écoulement s'arrêtera quand cette capacité sera complétement vidée, c'est-à-dire quand le piston sera revenu au bas de sa course. Si alors le tiroir n'est pas manœuvré de nouveau, le consommateur ne peut plus avoir d'eau. Il en aura au contraire une quantité égale à celle qu'il a déjà prise, s'il fait mouvoir le tiroir de façon à rétablir les communications entre le dessous du piston et le tuyau d'arrivée d'une part, le dessus du piston et le tuyau de sortie d'autre part. Il peut prendre une quantité moindre que la capacité du cylindre, en arrêtant le piston pendant sa course, ce qui se fait simplement en ramenant le tiroir au milieu de son parcours, toutes les communications sont alors interrompues, l'appareil est fermé.

Ce principe établi, il devenait indispensable, pour rendre la fontaine pratique, de supprimer les frottements qui eussent pris une pression assez grande et enlevé ainsi un des avantages les plus importants de l'eau distribuée par des réservoirs supérieurs. Il fallait aussi éviter

les difficultés d'ajustage, qui eussent rendu ces appareils inaccessibles à cause de leur prix élevé, c'est pourquoi j'ai construit ma fontaine intermittente dans les conditions suivantes :

Je remplace le cylindre (fig. 73) par un coffre ou réservoir A, d'une contenance égale à la quantité d'eau que je veux obtenir à chaque mouvement du tiroir, ce coffre n'a d'autre ajustage qu'un joint.

Au lieu d'un piston ordinaire, j'emploie une membrane flexible (*m*) qui prend exactement, soit à droite, soit à gauche, la forme du coffre et le divise en deux parties qui deviennent par le mouvement de cette membrane et alternativement, chacune égale à la capacité totale de ce réservoir ; elles représentent donc le dessus et le dessous du piston.

Enfin le tiroir est simplement un robinet à quatre eaux R, dont deux des orifices sont en communication par les tuyaux E, F, chacun avec une des parties du réservoir A, et les deux autres orifices en communication l'un avec l'arrivée, l'autre avec la sortie de l'eau.

La clef C de ce robinet, manœuvrée par le levier D, est pleine et disposée de façon à ce que en aucun cas, l'arrivée de l'eau ne puisse communiquer avec la sortie, pas plus que les deux parties du coffre, l'une avec l'autre.

On voit alors que, quand cette clef met en relation directe l'arrivée de l'eau avec un des côtés de la membrane placée dans le réservoir, l'autre côté communique avec la sortie, et vice-versâ. Ce résultat s'obtient en faisant faire à la clef un quart de tour ; si on s'arrête à la moitié de cette course, toutes les communications sont interrompues, l'appareil est fermé.

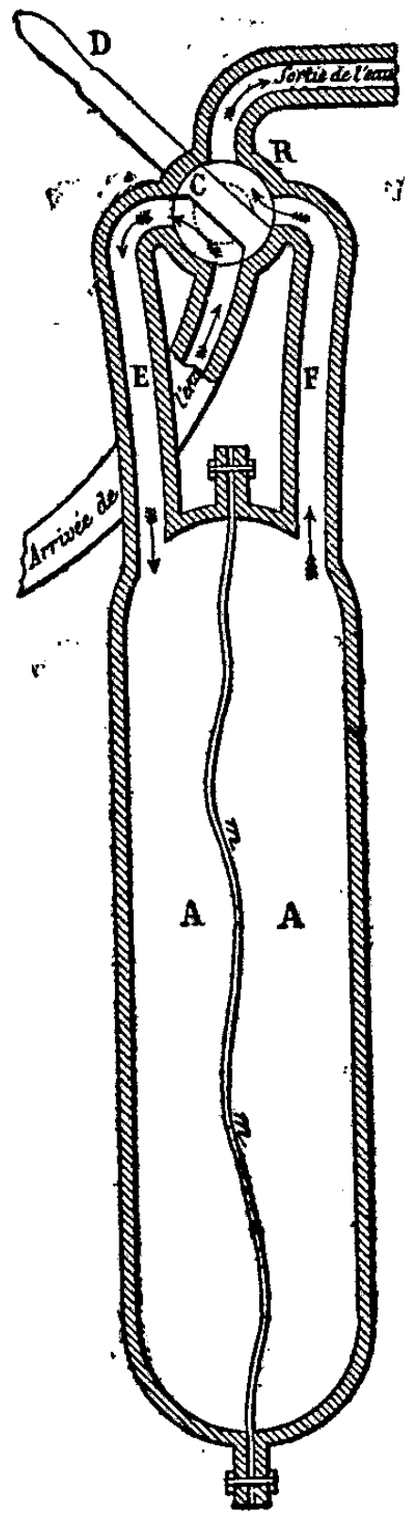


Fig. 73.

Ce robinet et ce réservoir, dont on détermine le volume à volonté, peuvent se placer dans une borne-fontaine ordinaire ou dans toute autre ; le réservoir, si on veut le faire de grandes dimensions, peut se poser sous le sol et le robinet en dehors.

Etablie comme je viens de l'indiquer, la fontaine intermittente remplit bien le but que je m'étais proposé, elle donne avec la pression

initiale de l'eau un volume d'eau déterminé, sans qu'il soit possible d'obtenir une goutte de plus, à moins d'une nouvelle manœuvre du robinet ; elle peut au contraire donner à volonté une quantité moindre, puisqu'elle s'arrête dès qu'on ramène la clef au milieu de sa course, position dans laquelle l'appareil est complétement fermé. De sorte que, si une fontaine est jaugée pour dix litres, par exemple, la personne qui y puisera pourra n'en prendre qu'un litre ou moins et fermer le robinet ensuite, mais elle n'aura, en aucun cas, la possibilité d'en prendre plus de dix litres sans faire faire un nouveau mouvement à l'appareil de manœuvre.

Les négligents peuvent donc laisser la fontaine ouverte sans que l'eau se perde, elle pourra s'écouler quelques secondes, mais du moment où le volume pour lequel elle est jaugée aura été délivré, elle s'arrêtera invariablement d'elle-même.

Les abus ne sont plus possibles avec ces appareils, à moins d'attacher au service de chacun d'eux un homme constamment occupé à ouvrir et fermer le robinet, ce qui est impraticable ; on pourrait se servir d'un moteur quelconque pour opérer cette manœuvre, mais alors l'abus serait annulé par une des applications les plus heureuses de cette fontaine ; car il suffit, en effet, d'adapter au mouvement de va-et-vient du robinet n'importe quel compte-tour, pour savoir la quantité d'eau qui s'y consomme, puisque chaque mouvement ne donne qu'un volume d'eau déterminé ; c'est donc un véritable compteur que, malgré lui, le consommateur fait mouvoir quand il prend de l'eau.

Il y a là, pour les municipalités, un grand avantage : celui de connaître le débit de chaque fontaine, ce qui permettra de déterminer d'une façon précise et leur nombre et leur emplacement, d'avoir en outre la consommation des abonnés, qui, jointe à celle des fontaines publiques et comparée à la quantité d'eau élevée, indiquera s'il y a des fuites, et quelle est leur importance.

Ce système, fait pour le puisage de l'eau, peut être employé pour le débit et le mesurage de tout autre liquide.

Une bonne fontaine de ce modèle a été placée au Champ-de-Mars de La Rochelle, où elle fonctionne d'une manière satisfaisante depuis trois ans. Dans une de ses dernières séances, le conseil de cette ville a décidé que ce nouvel appareil remplacerait successivement ceux actuellement en usage.

BOUCHE D'INCENDIE,

S'il est bon de réglementer la consommation de l'eau dans les villes, il est un cas où l'on doit pouvoir au contraire en débiter à la fois la plus grande quantité possible, c'est le cas d'incendie. Or, cette plus grande quantité est évidemment au maximum celle que fournirait la conduite alimentaire si elle était coupée et conséquemment complétement ouverte.

C'est pour arriver à ce résultat que j'ai construit la bouche dont voici la description (fig. 74). Supposons une conduite A B et sa section D. Si on la coupe sur une certaine longueur *e f* et que la partie ainsi enlevée soit remplacée par un manchon K portant une tubulure T de même diamètre que la conduite, il est certain que, lorsque cette tubulure sera ouverte, elle débitera toute la quantité d'eau que peut fournir cette conduite. Une soupape formée d'une plaque creuse dans laquelle se place un caoutchouc qui repose sur un anneau disposé sur la tubulure sert à fermer celle-ci. Une vis fixée à la soupape joue dans un écrou maintenu dans un C en fer, qui est boulonné à des ailes venues de fonte sur le manchon; chaque côté de la tubulure sert à mouvoir la soupape, qui peut alors s'élever plus ou moins. Cet appareil se place dans des regards cimentés pour empêcher la perte de l'eau dans le terrain où ils sont creusés; ces regards deviennent des sources puissantes d'alimentation, dont le débit peut être réglé à volonté, dans lesquels on peut puiser, puis servir les pompes à incendie, soit à l'aide des chaînes ordinaires, soit en y plongeant les tuyaux d'aspiration, si les pompes en sont munies.

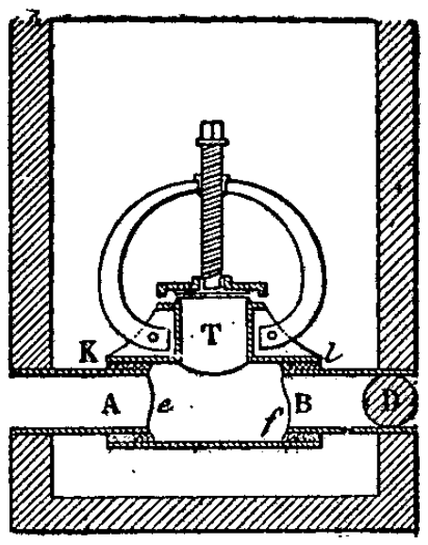


Fig. 74.

Deux de ces bouches ont été établies à La Rochelle, aux abords du théâtre; les essais qui y ont été faits ont dépassé toutes les espérances, aussi le conseil municipal a-t-il décidé que tous les regards de la distribution d'eau allaient être successivement munis d'appareils semblables. Le nouveau système de fontaine dont je viens de donner les descriptions, appelé à apporter dans les distributions d'eau des villes des économies notables, est ma propriété reconnue par brevet délivré au mois de février 1874. Quant à la bouche à incendie, qui n'a qu'un but humanitaire, sans profit d'argent pour les villes qui en feront usage, je n'ai pas cru devoir en conserver la propriété exclusive, et je la laisse dans le domaine public.

M. A. NIVET

Ingénieur civil à Echoisy (Charente).

DE L'INFLUENCE DES IRRIGATIONS SUR LES INONDATIONS

— Séance du 26 août 1875. —

L'un des moyens les plus efficaces pour combattre les inondations et empêcher les malheurs dont nous avons sous les yeux le navrant spectacle, est la pratique et le développement des irrigations.

Les irrigations créent dans les régions montagneuses des bassins qui captent les sources, les eaux pluviales et les neiges pendant l'hiver, pour les verser aux époques de sécheresse sur les terrains inférieurs, qu'elles fécondent.

Nous nous proposons d'étudier si la pratique des irrigations multipliées en certaines proportions pourra empêcher ces sources, transformées en torrents indomptés, d'apporter aux rivières et aux fleuves les masses d'eau qui portent la désolation dans les plaines ; nous verrons si nous pouvons contenir ces flots destructeurs, pour les déverser en temps utile sur les terres et produire ainsi une inondation toute pacifique et bienfaisante, qui, s'étendant en nappes tranquilles, laisse sur son passage les précieux éléments de fertilisation qui s'en allaient directement à la mer ; nous essaierons de démontrer que l'on peut aussi, par ce moyen, régulariser le débit des cours d'eau au profit des transports et de la force motrice employée par l'industrie.

En France, la pratique des irrigations augmente peu, et cela tient à plusieurs causes : la première est le défaut d'instruction, qui, dans un pays où la propriété est très-divisée, ne permet pas aux intéressés de se grouper pour faire en commun des travaux dont ils n'apprécient pas l'utilité ; de plus, la législation actuelle (loi du 26 juin 1865), qui exige pour ce genre de travaux l'unanimité des intéressés, ne permet pas aux plus intelligents, disposés à améliorer leurs terres par ce moyen, de lutter contre l'ignorance ou le mauvais vouloir de leurs voisins, dont le concours est indispensable.

Dans l'enquête agricole de 1866, tous les cultivateurs consultés ont émis le vœu que cette loi fût changée.

Mais, en supposant que les irrigations se multiplient même à l'infini, ces travaux, entrepris par des syndicats opérant de tous côtés, et, pour ainsi dire, dans chaque repli de terrain, ces travaux, dis-je, produiront-ils le double but que nous avons indiqué ?

Chacun de ces groupes, retenant pendant l'hiver les eaux nécessaires à l'irrigation d'une certaine surface, diminuerait d'autant le volume des eaux arrivant des montagnes, et le danger serait en partie conjuré à cette époque ; mais si ces syndicats pratiquent leurs arrosages tous dans le même moment, ou à des époques où des fontes de neiges s'opéreraient dans le même bassin, n'y aurait-il pas à craindre qu'ils n'amenassent en même temps, par leurs colatures sur certains points, des quantités d'eau souvent considérables, et qu'ils produisissent ainsi des inondations partielles ou générales ?

De là, la nécessité d'une direction commune et d'une réglementation des arrosages : toutes les eaux d'un même bassin devront obéir à un seul ingénieur, qui, à l'aide de l'électricité, centralisera tous les renseignements venus des différents points, ainsi que toutes les observations météorologiques, et commandera, pour ainsi dire, à la circulation de toutes les artères du bassin.

Il y aura lieu de mettre d'accord les intérêts particuliers et les intérêts généraux qu'une aussi vaste entreprise mettra en jeu.

L'Etat seul peut se charger de ces travaux, et devra toujours en garder la direction générale, s'il les accorde à des concessionnaires.

Je n'insisterai pas sur tous les avantages que l'agriculture, l'industrie et la richesse publique pourront retirer de ces travaux ; je me contenterai de les énumérer brièvement ; ils sont connus dès longtemps ; les agriculteurs et les économistes sont d'accord sur les bénéfices d'une semblable entreprise ; les moyens seuls ont manqué jusqu'à présent, et mon but est de démontrer qu'en généralisant les irrigations on arrivera à éviter les inondations, et que cette vaste entreprise de l'irrigation de toute la surface d'un bassin devient possible en groupant tous les intérêts. En effet, il n'y a plus dans ce projet seulement une opération agricole avantageuse, mais un travail d'intérêt général et public.

L'eau est utile, sinon nécessaire à toute culture, même à la vigne, qu'elle sauvera peut-être d'un fléau cruel qui met son existence en question, je veux parler du phylloxéra ; les vignobles, pour échapper à cet ennemi ailé, devront déserter les coteaux et choisiront les pentes doucement inclinées où les eaux d'irrigation pourront venir noyer leurs racines et les parasites qui les couvrent.

Nous basant sur l'expérience acquise et les exemples connus, nous allons chercher à établir une moyenne par hectare de l'augmentation de produit dû à l'irrigation.

Il faut se placer au point de vue de la plus-value que l'irrigation donnera à une terre déjà en bon état, et prendre pour exemple les prairies naturelles, qui en profiteront plus que les autres cultures.

Dans toutes les prairies où on introduit l'eau de façon à faire, en

temps utile, le nombre voulu d'arrosages, on obtient trois coupes au lieu de deux : en France, d'après la statistique officielle, il y a en tout 4,198,197 hectares 88 ares de prés, produisant 105,203,888 quintaux métriques de foin ; relativement à cette surface, la quantité de terres irriguées actuellement peut être considérée comme infiniment petite, et nous n'en tiendrons pas compte. Il y a donc un produit de 25 quintaux métriques de fourrage par hectare, que la statistique officielle estime à 4 fr. 20 le quintal métrique, ce qui est une évaluation un peu faible et bien au dessous du prix accusé par l'enquête agricole de 1866 ; mais nous préférons établir nos calculs sur les prix les plus bas, et nous adopterons ces chiffres.

L'irrigation donnera au propriétaire une coupe de plus, ou 12, 5 quintaux métriques par hectare, à 4 fr. 20 le quintal, c'est-à-dire une augmentation de 52 fr. 50 de bénéfice annuel.

Le propriétaire qui bénéficie de 52 fr. 50 par hectare, pourra payer jusqu'à 25 fr. par an pour obtenir ce résultat.

Ce prix de 25 fr. pourra se décomposer en deux parties :

1° L'intérêt des travaux d'aménagement que le propriétaire devra faire pour disposer son terrain à recevoir le bienfait des irrigations, et qui s'élevera au maximum à 10 francs par hectare ;

2° Il restera à l'État 15 francs pour le prix de la location de l'eau nécessaire à l'irrigation d'un hectare.

Ce dernier chiffre n'a rien d'exagéré et concorde avec les tarifs de différentes entreprises d'irrigation existantes.

Nous aurons donc à examiner dans chaque bassin quelle est la surface en hectares pouvant bénéficier du bienfait des irrigations, quelle quantité d'eau il faudra emmagasiner pour cette irrigation, quels travaux il faudra entreprendre pour arriver à ce résultat, et quel en sera le prix. Nous aurons également à voir si la masse d'eau que l'on devra emmagasiner sera dans une proportion suffisante pour exercer une influence sur les inondations et conjurer leurs dangers.

Lorsqu'un propriétaire veut capter les sources et les eaux de pluie pour les déverser sur ses prés, il calcule le débit de ces sources ; il cherche, d'après les observations météorologiques, la quantité d'eau qui tombe annuellement sur la surface dont il peut réunir les eaux, il déduit la perte par évaporation et absorption, qui est de moitié environ, et fixe à un point supérieur de sa propriété et dans un repli de terrain qui s'y prête, la place d'une digue qui permette de créer un bassin assez grand pour contenir une réserve de 2,000 mètres cubes d'eau par hectare.

Dans les terrains élevés et peu éloignés des lignes de faîte, où se pratiquent généralement ces opérations, le sol est ordinairement argileux,

peu perméable, et la terre extraite du bassin, relevée en forme de digue, suffit pour retenir l'eau.

On donne à la section de cette digue la forme d'un trapèze dont le côté amont est incliné de 2 mètres 80 de base pour 1 mètre de hauteur.

Une bonde de fond est disposée au point le plus bas du réservoir et une vanne de décharge est ménagée à l'une des extrémités de la digue pour écouler les eaux surabondantes, et les empêcher de dépasser le niveau du remblai, qu'elles entraîneraient.

De la bonde de fond partent deux canaux, dits canaux d'amenée qui, suivant une ligne presque de niveau, entourent la partie à irriguer : ces canaux sont destinés à verser l'eau emmagasinée sur les prés.

Enfin, suivant la ligne la plus basse du terrain, suivant le thalweg de cette petite vallée, un autre fossé, dit de colature, reçoit toutes les eaux non absorbées par les arrosages et va les déverser au bas de la propriété, où elles reprennent leur cours naturel, si elles ne servent pas à l'arrosage du fonds voisin situé en aval. Ce fossé de colature suit la ligne où passaient les eaux dans leur cours naturel, et cette portion était tantôt ravinée par le courant, tantôt formait de petits lacs et des parties marécageuses où l'eau restait stagnante et où ne poussaient que des joncs et des laîches : cette surface, souvent importante, sera rendue à la culture, et, drainée par le fossé de colature, elle compensera en partie le terrain sacrifié pour la création du bassin de retenue.

L'on garde ainsi, par hectare, 2,000 mètres cubes d'eau disponibles pour les irrigations d'été ; cette quantité suffit pendant ce temps, même en supposant que des pluies d'été ne viennent pas combler le déficit ; quant aux irrigations d'hiver, elles peuvent toujours se faire aux dépens des eaux surabondantes, et, en cette saison, l'étang peut être plusieurs fois rempli.

Cette digue, qui ferme ainsi un pli naturel de terrain, ne ressemble-t-elle pas à un remblai de chemin de fer traversant une vallée, avec un aqueduc dans le thalweg ? Fermez l'aqueduc par des vannes, ajoutez un ou deux déversoirs aux points de passage du déblai au remblai, et vous aurez ainsi un ouvrage capable de retenir toutes les eaux qui arrivent dans la vallée. Je suppose que l'on fasse la même opération dans les vallées suivantes et qu'on les barre par un remblai dont la crête sera au même niveau que la précédente ; si l'on joint ces bassins par un canal à flanc de coteau, dont les déblais relevés du côté d'aval continueront les digues, on tracera ainsi dans le bassin tout entier une ligne de réservoirs joints par un même canal et séparés des terres situées au dessous par une digue continue.

Ce canal sera ce que nous appelions, dans l'exemple cité, le canal d'amenée, il sera chargé de déverser les eaux, non plus sur quelques hectares, mais sur le bassin tout entier, ou du moins, une large zone de ce bassin concentrique à la zone placée au dessus de ce canal, laquelle fournira les eaux qu'il recueillera.

Ce canal versera l'eau par une série de vannes de fond qui viendront alimenter de véritables canaux d'irrigation, mais alors là pourra s'arrêter le travail de l'État, et ces travaux de circulation secondaire seront à la charge des propriétaires ou de sociétés, qui achèteront et emploieront sous le contrôle de l'État l'eau emmagasinée.

Une partie de cette eau, après avoir servi à fertiliser les terres, arrivera aux rivières et aux fleuves, qui seront les fossés de colature de cet immense travail d'irrigation, et dont le débit sera régularisé par ces eaux surabondantes, qui leur seront rendues en été.

Le point culminant de ce canal sera près de la source du fleuve et il se séparera en deux courants qui descendront par une pente douce jusqu'à la mer en se tenant toujours à une certaine distance de la ligne de faîte, distance calculée de façon à assurer l'irrigation de la zone inférieure.

Ces canaux, dont la section augmentera à mesure qu'ils s'approcheront de la mer, pourront, même à leur naissance, servir de voie de communication, et conduire jusqu'aux rivières navigables, jusqu'aux canaux, jusqu'aux lignes de fer qui les traverseront, et même à la mer, les produits innombrables des montagnes, bois, minerais, houille, pierres, marbres, etc....., qui, souvent, faute de moyens économiques de transport, restent inexploitables.

Enfin, la digue continue qui retiendra l'eau de ce canal, son chemin de halage, sera munie de rails et formera une autre voie de communication plus prompte, et dont le réseau viendrait verser les produits des montagnes aux lignes qui passent d'un bassin à l'autre ou les conduirait aux ports qui se créeraient aux embouchures de ces fleuves auxiliaires.

Cette ligne remplacerait ou relierait bien des lignes d'intérêt local réclamées par les populations, et son trafic, ainsi que le péage du canal, paierait les dépenses d'exploitation et peut-être partie de l'intérêt de la dépense du premier établissement.

Enfin cette voie ferrée pourrait faire le halage sur les canaux au moyen de locomotives spéciales, et augmenterait économiquement la rapidité et le tonnage des transports par eau.

Sans doute, cette vaste entreprise n'est pas aussi simple qu'elle est présentée ici dans ces quelques mots ; il y aura bien des obstacles et bien des difficultés, surtout dans les terrains tourmentés où cette opé-

ration se fera. Il est difficile d'en faire en peu de temps une étude complète, qui demande la réunion de nombreux documents et les efforts d'un grand nombre d'opérateurs.

Nous allons essayer cependant de poser le problème et de voir s'il peut se résoudre au point de vue financier par les ressources nouvelles qu'il est appelé à créer.

Les moyens de protection actuellement employés consistent généralement en digues insubmersibles faites parallèlement au fleuve, sur de grandes longueurs, et entre lesquelles coule le fleuve grossi.

Le principe de ces digues a été fort attaqué : en effet, resserrer dans un lit relativement étroit les eaux qui se présentent en masses énormes, c'est produire l'élévation du niveau et augmenter la rapidité du courant ; pour peu que les prévisions ou les calculs basés sur les inondations précédentes soient dépassés dans la suite, les eaux passent au dessus des digues et les rompent : elles s'élancent dans les plaines, et les malheurs qu'elles causent sont d'autant plus considérables qu'une plus grande quantité d'existences et d'intérêts, se fiant sur une protection sur laquelle ils avaient droit de compter, s'étaient placés à l'abri de ces ouvrages impuissants.

M. l'ingénieur en chef Barré de Saint-Venant a proposé, pour éviter les inondations, de faire dans les régions montagneuses des rigoles de niveau pour retarder l'arrivée des eaux aux rivières et aux fleuves, et les faire couler lentement sur la surface du sol, au lieu de leur permettre de suivre rapidement les plus grandes pentes.

Cette mesure, généralisée, retarderait en effet la crue, mais une faible partie de l'eau tombée serait absorbée par la terre mouillée, et ces eaux arriveraient toujours aux rivières quelques heures plus tard seulement. Au point de vue agricole, cette pratique ne présente pas les avantages qu'on est en droit d'attendre des irrigations, car les arrosages se feront seulement quand il pleuvra, c'est-à-dire au moment où ils sont inutiles et quelquefois nuisibles : ce système ne crée pas de réserve pour arroser, en temps de sécheresse, au moment où la terre a le plus grand besoin d'eau.

M. l'ingénieur en chef Valès a proposé d'établir des digues transversales qui divisent chaque bassin en étages ; il barre le lit du fleuve et toute la plaine en amont des grandes villes, et les préserve en noyant les campagnes, au dessus des digues, sous une couche d'eau tranquille qui peut y déposer des limons fertilisants.

Ce système très-couteux, relativement au peu de terrain fécondé par le limonage, noie, en temps d'inondations, des surfaces considérables hérissées de constructions qu'il faudrait abandonner et reconstruire

pour élever leur sol au dessus de la cote à laquelle on devra amener les eaux.

Sans insister davantage sur ces divers systèmes, je vais chercher à appliquer à nos divers cours d'eau le projet que j'ai developpé.

Le bassin de la Loire se compose de 11,650,000 hectares, et j'admets que je puisse arroser un tiers de cette surface seulement, car il faut défalquer la zone qui recueillera les eaux et certains points hauts où l'irrigation ne pourra porter ses bienfaits.

Le tiers de la surface du bassin est de 3,883,000 hectares, pour lesquels il faudra emmagasiner 2,000 mètres cubes d'eau par hectare, ou 7,766,000,000 mètres cubes.

Ces 3,883,000 hectares paieront une redevance de 15 francs par hectare ou 58,245,000 francs : voilà le revenu annuel de l'entreprise.

L'augmentation de la production agricole sera, par an, à 52 fr. 50 par hectare, de 203,857,000 francs.

Quelle est la surface capable de donner la quantité d'eau pluviale nécessaire ? La moyenne de la hauteur d'eau qui tombe annuellement sur la ligne de faîte du bassin de la Loire, est de 0m 700; il faut compter que la moitié seulement de cette eau peut être recueillie, c'est-à-dire 3,500 mètres cubes par hectare; donc, pour en emmagasiner 7,776,000,000, il faudra une zone productrice d'une surface de 2,218,855 hectares. La longueur de la ligne de faîte étant de 1,800 kilomètres environ, il faudra que la ligne de séparation entre la zone irriguante et celle irriguée, se trouve en moyenne à 15 kilomètres du faîte pour donner cette surface.

Faisons le tracé pour le bassin de la Loire : la branche nord du canal partira de l'extrémité des monts du Forez, se dirigera sur Montbrison, Craponne, le Puy, où elle traversera la Loire et joindra Saint-Etienne ; là, ce canal se rapprochera, ainsi que la Loire elle-même, de la ligne de faîte ; il gagnera Charolles, Blanzy, où il traversera le canal du Centre, par lequel il communiquera avec le bassin du Rhône ; de là, il ira à Châtillon, où il traversera le canal du Nivernais qui le reliera au bassin de la Seine ; il touchera ensuite les sources de la Nièvre et se rapprochera de nouveau du faîte en face Briare, dont il traversera le canal, et, plus loin, le canal d'Orléans; il passera à Bonneval, Nogent-le-Rotrou, Mortagne, Alençon, Domfront, Ernée, Saint-Ouen, Craon, Candé, Saint-Mars, suivra l'Erdre jusqu'à Nort, où il communiquera avec le canal de Nantes à Brest ; il suivra ensuite la rive droite de la Loire jusqu'à Saint-Nazaire, et là il pourra servir à cette navigation par un canal à grande section entre Nantes et la mer, à laquelle la ville de Nantes aspire.

La partie sud de ce canal ira vers Thiers, passera au dessus d'Ambert, puis auprès des sources de la Dore ; elle traversera l'Allier à Langeac, joindra Massiac, Clermont, Pontgibaud, Felletin, la Villedieu, Limoges, Rochechouart ; ce canal se rapprochera de la ligne de faîte entre Chabanais et Confolens ; il gagnera Gençay, Vivonne, Parthenay, Montcoutant, Montaigu, Machecoul, et débouchera dans la baie de Bourgneuf ou dans la Loire, par le lac de Grand-Lieu. Ce tracé comprend 1,500 kilomètres environ.

La superficie occupée par les bassins à créer, en leur donnant 10 mètres de profondeur moyenne, sera de 80,000 hectares environ dans des terrains de montagnes que j'évalue à 1,000 francs l'hectare ; le prix d'acquisition de ces terrains s'élèvera donc à 80,000,000 francs.

J'évalue que le kilomètre de canal, y compris les travaux d'art et la voie, coûtera 350,000 francs, soit, pour 1,500 kilomètres, 525,000,000 francs.

Ce travail coûterait en tout, pour le bassin de la Loire, 605,000,000 francs.

Le revenu dû à l'agriculture seulement étant, ainsi que je l'ai dit, de 58,245,000 francs, produira presque 10 °/₀ du capital nécessaire.

L'augmentation de la richesse publique sera, annuellement, de 203,857,500 francs, c'est-à-dire plus d'un tiers du montant total des travaux, de sorte qu'on pourrait les payer en abandonnant, pendant trois années consécutives seulement la plus-value des produits.

Du prix de premier établissement, il y a lieu de retrancher les diverses subventions que les départements intéressés, et l'Etat lui-même, devront accorder à ce réseau, sur lequel se trouvent des tronçons de voie ferrée déjà demandés par les conseils généraux, et des canaux réclamés par l'industrie et le commerce, auxquels les compagnies de chemin de fer ne peuvent donner satisfaction, comme tarifs et comme tonnage.

Je n'ai pas déduit du produit donné par l'agriculture les frais d'exploitation et d'entretien, qui s'élèveront à 7,000 ou 8,000 francs par kilomètre, parce que j'estime que les péages du canal et de la voie ferrée paieront au moins ces frais ; en effet, sur le parcours indiqué, se trouvent des lignes importantes et depuis longtemps réclamées par les départements intéressés, telles que celle de Clermont à Limoges et autres, qui porteront les produits des régions montagneuses aux lignes de fer et voies navigables traversées : il est fort probable que ces deux voies parallèles produiront largement ce minimum de recette kilométrique de 7,000 à 8,000 francs.

Enfin, les quantités d'eau qu'on pourra emmagasiner dans cette réserve laissée vide ou incomplétement remplie, en prévision de pluies

ou de fontes de neige, auront-elles une influence sensible sur les inondations ?

J'ai dit que la réserve totale d'eau à conserver pour les irrigations d'été serait de 7,766,000,000 de mètres cubes : eh bien ! dans ses plus fortes crues, la Loire débite 12,000 mètres cubes d'eau par seconde pendant quatre jours ; ce débit correspond à un total de 4,147,200,000 mètres; il sera donc possible de conserver, pendant la saison des pluies, ou dans la prévision de fontes de neiges dont on peut apprécier la quantité par les observatoires créés, un vide capable de loger même le débit entier de la Loire en temps d'inondation, débit qui n'est pas les deux tiers du volume des bassins.

Il sera alors facile, grâce à ces puissants moyens, à l'ingénieur chargé de la direction de toutes les eaux d'un bassin, d'en être complétement le maître, et de les maintenir, dans chaque cours d'eau, à une hauteur qui ne leur permette pas d'être nuisibles.

Faisons les mêmes calculs pour le bassin de la Gironde.

La superficie en est de 8,180,000 hectares, dont le tiers est de 2,727,000 pour l'irrigation desquels une réserve d'eau de 5,454,000,000 de mètres cubes sera nécessaire.

La hauteur d'eau moyenne qui tombe sur la ligne de faîte de ce bassin est de 0^m 787, c'est-à-dire 7,870 mètres cubes par hectare, dont 3,935 peuvent être emmagasinés, le reste étant absorbé ou évaporé.

La longueur de la ligne de faîte étant de 1,420 kilomètres environ, il faudra, pour recueillir la réserve nécessaire, une zone de 1,380,940 hectares, et le canal devra se tenir à 12 kilomètres environ de distance de la ligne de faîte.

La branche nord, partant de Saint-Béat, ira sur Castillon, traversera l'Ariége vers Ussat, puis remontera au nord parallèlement aux Corbières occidentales, communiquera avec le canal du Midi à Villefranche, et passera ensuite par ou près les points suivants : Caraman, Castres, Brassac, Murasson, Saint-Félix, Sainte-Eulalie, la Cavalerie, Meyrueis, Florac, Mende, St-Alban, Malzieux, Saint-Flour, Cussac, Salers, Condat, Tauves, Ussel, Meimac, Uzerche, Lubersac, Saint-Yrieix, Saint-Jean-de-Colle, Brantôme, Mareuil, Aubeterre, Chalais, Saint-Savin, Blaye.

La branche sud se dirigera de Saint-Béat vers les points suivants : Bagnères-de-Luchon, Arreau, Lannemezan, Castelnau, Mirande, Vic-Fesenzac, Gondrain, Montréal, Sos, Arx, Bernos, Villandreau, Gradignan, Pessac, communiquera encore à Bordeaux avec le canal du Midi, et pourra se continuer, à grande section, entre les docks et bassins à flot de Bordeaux, actuellement en construction, et un point quel-

conque de l'estuaire de la Gironde en face Blaye, de façon à assurer, à l'avenir, l'arrivée des plus grands navires au port de Bordeaux.

Ce parcours est de 1,140 kilomètres; il coûtera 453,540,000 francs, y compris l'acquisition de 54,540 hectares pour les bassins. Il rapportera 40,905,000 francs de location annuelle d'eau, c'est-à-dire environ 10 % et l'augmentation de production agricole s'élèvera à 143,167,500 francs chaque année.

La réserve de 5,454,000,000 de mètres cubes correspond au débit total pendant quatre jours, de la Dordogne et de la Garonne, en supposant qu'elles aient en même temps leurs plus fortes crues, soit 10,000 mètres cubes pour la Garonne et 5,000 pour la Dordogne.

Or, dans la dernière inondation de la Garonne en cette année, qui est l'une des plus violentes, la crue n'a duré que trois jours. On peut donc juger ainsi de la puissance d'action que donnera contre le fléau la possibilité d'emmagasiner d'aussi grandes quantités d'eau.

Dans le bassin de la Seine, les inondations sont peu dangereuses et plus rares : cela tient à ce que les terrains imperméables y sont dans la faible proportion de 24 %, tandis qu'il y en a 39 % dans le bassin de la Loire, par exemple, et l'irrigation générale de ce bassin n'a plus qu'un intérêt agricole et industriel. Je n'en ferai pas l'étude. Les deux exemples cités des bassins de la Loire et de la Gironde suffisent pour faire comprendre le but et une des solutions qui permettent d'y arriver. Car les tracés indiqués pourront et devront subir plus d'un changement, par suite d'études plus complètes.

Quant aux autres fleuves du nord, l'Escaut, la Meuse et la Moselle, la France ne possède qu'une faible partie de leurs cours, et il faudrait terminer le travail par un canal de retour suivant la frontière, canal qui pourrait emprunter certains affluents de ces fleuves, ou faire cette entreprise de concert avec la Belgique et l'Allemagne.

Reste le bassin du Rhône, où les inondations font des ravages terribles. Des 9,800,000 hectares de ce bassin, 800,000 hectares à peu près n'appartiennent pas à la France : ce sont les sources du Rhône qui apportent au lac de Genève les eaux de plus de 100,000 hectares de glaciers. Là, il est impossible de lutter contre le torrent. Heureusement que le lac lui-même, par un effet naturel qui a quelque rapport avec les résultats que nous cherchons à obtenir par nos bassins régulateurs, tient en réserve une partie de la crue : ainsi, tandis qu'il reçoit 1,200 mètres cubes par seconde, il n'en verse à Genève que 575, et emmagasine 625 mètres cubes, en temps de crue. Du lac de

Genève à la mer, le Rhône reçoit, par sa rive gauche, de nombreux affluents. Les principaux sont l'Isère et la Durance, et l'un des plus dangereux est l'Arve, qui, malgré un faible parcours, apporte quelquefois des glaciers du Mont-Blanc, où il prend naissance, et des 200,000 hectares qu'il draine un tribut de 1,250 mètres cubes par seconde, tandis que l'Isère, dont le bassin est de 1,200,000 hectares, ne donne que 900 à 1,000 mètres dans ses plus fortes crues.

La Durance est un torrent qui roule jusqu'à 9,000 à 10,000 mètres cubes par seconde, mais qui n'a d'influence que sur une faible partie du cours du Rhône, car il se jette à une faible distance de ses embouchures. Ce torrent, déjà fort employé pour les irrigations dans la partie la plus basse de son cours, pourrait y concourir plus activement dans le haut de son bassin, circonscrit entre les Alpes du Dauphiné et celles de Provence.

Notre méthode est impossible à appliquer sur la rive gauche du Rhône; car les sources de tous les torrents qui sont ses tributaires de gauche, sont toutes dans les crevasses escarpées de montagnes à des altitudes de 2,000 à 3,000 mètres : on ne peut agir que sur chaque bassin en particulier et y augmenter la pratique des irrigations en changeant d'abord la législation qui régit la matière et en encourageant la formation de nouvelles entreprises d'irrigation, ce qui sera facile dans un pays où plusieurs sociétés de ce genre, telles que le canal d'Aix, celui de Craponne et des Alpines, ont déjà obtenu de magnifiques résultats.

Peut-être pourrait-on fournir au Rhône un second régulateur, comme le lac de Genève, en refoulant ses eaux dans le lac du Bourget, qui a 8,000 hectares, par une digue facile à établir en aval de l'embouchure du canal des Savières, dont l'eau vient joindre celle du Rhône par une altitude de 232 mètres, tandis que le plan du lac est à 235 mètres seulement. Ainsi se vérifierait en partie cette légende qui veut que le Rhône ait suivi autrefois cette route pour rejoindre l'Isère : en face du lac du Bourget, la montagne s'abaissant en un col très-déprimé et l'altitude de l'Isère vers ce passage semblent donner raison à cette légende, que l'art de l'ingénieur pourrait peut-être transformer en une réalité. Un semblable travail mettrait Lyon à l'abri de toute inondation, et les eaux du Rhône, jointes à celles de l'Isère, pourraient être facilement réglées par des digues transversales dans la plaine étroite de Graisivaudan.

Le principal affluent de droite du Rhône est la Saône, qui draine un bassin de plus de 3,000,000 d'hectares. C'est presque un fleuve, qui apporte au Rhône, à Lyon, ses 60 mètres cubes à l'étiage, et jusqu'à 2,000 aux plus grandes crues. Elle termine son cours entre le mont

Cindre, contrefort des Cévennes, et les dernières ramifications du Jura occidental.

Là encore, dans ce bassin si bien fermé et circonscrit, nous ne pouvons appliquer notre méthode qu'à la Saône elle-même. Ce travail, toujours utile au point de vue agricole, régularisera le débit de la rivière ; mais toutes les eaux devront passer entre les quais de Lyon.

Entre Lyon et Arles, un canal, captant par de nombreux bassins les eaux des montagnes cévénoles et les sources des torrents qui en coulent, sera d'une grande utilité pour l'irrigation et les transports, auxquels le Rhône se prête si peu. Il régularisera les eaux des affluents les plus dangereux du fleuve, le Doux, l'Erieux et l'Ardèche, qui, le dix septembre 1857, charriaient à eux seuls plus de 14,000 mètres cubes.

Ce canal desservira, en outre, des centres industriels très-importants, tels que Rive-de-Gier, Saint-Chamond, Annonay, la Grand'Combe, Alais, etc.

Là se termine une étude qui ne doit être considérée que comme la préface d'un travail plus complet. Jusqu'à présent, nous avons surtout insisté sur le bénéfice agricole des travaux indiqués, afin de prouver que cette seule ressource suffirait à couvrir, et au delà, l'intérêt du capital nécessaire, et si nous avons parlé des transports que pourraient effectuer les canaux et voies ferrées que nous tracions, nous n'avons indiqué que le trafic tout local, souvent considérable, des points traversés : nous allons maintenant mettre en parallèle cette série de canaux avec les réseaux de navigation générale réclamés par l'industrie et le commerce. Les divers canaux que nous venons de projeter suivent les lignes de partage des eaux à 15 kilomètres environ de chaque côté du faîte ; ces canaux se trouvent donc à une distance moyenne de 30 kilomètres. Il sera facile dans bien des cas, profitant des dépressions de la montagne, de les relier par d'autres canaux perpendiculaires, dont l'alimentation sera toujours possible sur un si faible parcours.

C'est ainsi que l'on pourrait faire communiquer le réseau nord du bassin de la Loire avec le canal de la rive droite du Rhône, par un embranchement qui, passant entre les sommets peu élevés des collines qui s'étendent entre le mont Pilat et les monts du Morvan, joindrait Saint-Etienne à Rive-de-Gier. Ce tronçon, de 20 kilomètres au plus, permettrait à un bateau chargé à l'embouchure du Rhône d'aller sans arrêt à Nantes et à Brest, et ouvrirait une route plus courte vers Paris et le Havre.

De même, un canal de 35 kilomètres, entre Saint-Yrieix et Limoges, passerait facilement à travers les collines où naissent l'Isle, affluent de la Dordogne, et la Briance, qui se jette dans la Creuse ; et par cette

voie, on irait de Bordeaux à Lyon, à Paris et en Belgique avec le même bateau.

Le dernier travail publié sur la navigation intérieure en France est le rapport de M. Krantz à la suite des résolutions de la commission parlementaire des voies et transports.

Outre les nombreuses améliorations à faire aux canaux existants et aux rivières canalisées, cet éminent ingénieur indique plusieurs voies nouvelles, entre autres un canal d'Orléans à Redon : ce canal passerait à Vendôme, emprunterait une partie du cours du Loir, traverserait la Sarthe et la Mayenne, et rejoindrait le canal de Nantes à Brest par Redon ; il jetterait sur sa gauche un embranchement sur Tours, et pourrait être relié à Rennes et la baie du Mont-Saint-Michel par le canal d'Ille-et-Rance, et à Caen par la Mayenne et l'Orne. Mais ces deux derniers embranchements sont classés comme travaux d'intérêt secondaire, dont l'exécution pourrait être reculée.

Cette voie d'Orléans à Redon est de 358 kilomètres et notre projet trace entre ces deux points un canal qui dessert mieux Nantes et la mer, qui n'est pas plus long et rendrait plus facile l'embranchement sur Caen.

D'ailleurs, comme ce canal proposé par M. Krantz est moins destiné au trafic local qu'à terminer un réseau qui relie Nantes à Paris, à la Belgique et à l'Allemagne, une différence de quelques kilomètres importe peu, vu le faible prix des transports par eau.

Dans la partie sud du bassin de la Loire, M. Krantz indique un canal de 330 kilomètres, qui, de Saint-Amand mène les houilles et les produits métallurgiques de l'Allier et du Berry jusqu'en Loire, à Chalonnes, en traversant les vallées de l'Indre, de la Creuse et de la Vienne et passant par Châteauroux et Châtellerault. M. Krantz déclare que cette voie est indispensable et indique sur la gauche un embranchement d'intérêt secondaire de Châtellerault à Poitiers et Angoulême, qui se prolongerait jusqu'à Bordeaux par l'Isle et la Dordogne.

Si nous relions la branche sud de notre canal de la Loire, par un embranchement de 50 kilomètres, qui de Felletin passe à Aubusson, dessert le bassin houiller d'Ahun et se termine à Montluçon, nous formerons une ligne qui aboutira également à Nantes et se reliera plus facilement au bassin de la Gironde par le tronçon de Limoges à Saint-Yrieix, dont je viens de parler.

Enfin M. Krantz indique également de Roanne à Saint-Rambert un canal qui est compris dans notre programme à quelques kilomètres près.

Ainsi, dans le bassin de la Loire seulement, nous rencontrons 753

kilomètres de canaux que M. Krantz juge indispensables pour les besoins seuls du commerce et de l'industrie : c'est plus de la moitié de notre réseau, qui comprend 1,500 kilomètres environ.

Dans le bassin de la Seine, pour éviter l'encombrement dans Paris et relier les canaux de Saint-Quentin, des Ardennes, de la Marne au Rhin, de Bourgogne et d'Orléans, M. Krantz trace un canal de ceinture qui, de Chauny passe à Reims, Vitry-le-François, Troyes et Joigny. Si nous avions appliqué notre projet au bassin de la Seine, nous aurions rejoint les mêmes canaux par une ligne concentrique qui aurait passé par les points suivants. Il aurait coupé le canal de Saint-Quentin, également près Chauny, le canal des Ardennes à Réthel, celui de la Marne au Rhin à Bar-le-Duc, le canal de Bourgogne vers Flavigny, celui du Nivernais à Clamecy, et enfin celui du Loing à Montargis, où se termine le tracé de M. Krantz.

Dans le bassin du Rhône, les deux projets sont presque identiques. Leurs points de départ et d'arrivée sont les mêmes ; le nôtre suit de plus près la ligne de faîte, afin d'augmenter la surface susceptible de jouir du bienfait des irrigations ; d'ailleurs, M. Krantz lui-même indique que le canal qu'il trace pourra fournir de la force motrice aux usines et de l'eau à l'agriculture aux environs de Nîmes.

M. Krantz complète ce projet par un canal de Bouc à Marseille, afin que les bateaux de navigation fluviale puissent, sans prendre la mer, aller de Marseille au Havre par la Saône, le canal de Bourgogne, l'Yonne et la Seine.

Notre projet leur offrirait en outre de cette voie un trajet plus court par le tronçon entre Rive-de-Gier et Saint-Etienne, la branche Nord du bassin de la Loire jusqu'à Orléans, d'où ils pourraient joindre Paris ou Nantes.

Ainsi, le projet que nous avons ébauché dans ce travail ne sera pas seulement utile pour atténuer ou détruire les ravages des inondations ; il ne satisfait pas seulement les intérêts agricoles et industriels, mais encore il donne une solution satisfaisante du problème de la navigation intérieure.

Aussi, malgré le chiffre effrayant auquel s'élèveront les devis d'un semblable travail, nous ne doutons pas que les capitaux ne se portent avec confiance vers une entreprise qui, grâce à l'agriculture seule, produira près de dix pour cent des fonds engagés et accroîtra la richesse publique, surtout quand on voit comme cette année une seule inondation amonceler, en 70 heures, plusieurs centaines de millions de ruines et détruire des centaines d'existence.

M. Henri GAY

Professeur de physique au lycée d'Amiens.

SUR UN NOUVEAU CONCASSEUR

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 26 août 1875. —

M. Henri Gay donne la description d'un nouveau concasseur inventé par M. Anduze, permettant d'obtenir des fragments variant depuis la grosseur du poing jusqu'au volume d'une noisette. Un plateau cylindrique formant volant tourne autour d'un axe très-solide : de chaque côté de ce plateau débordent des prismes pouvant passer dans des peignes fort épais fixés au bâti de la machine. Le plateau, en tournant, eu égard à sa vitesse et à sa masse, détermine un choc violent des prismes contre les matières à casser, assez brusque pour ne pas produire l'écrasement de ces matières : on peut, avec une force de dix chevaux-vapeur, concasser sans difficulté des calcaires compactes très-durs; c'est avec cette machine que l'on concasse actuellement l'émeri à Saint-Gobain.

On peut, en appliquant le même principe, arriver à une trituration plus complète; deux plateaux animés d'un rapide mouvement de rotation sont munis de prismes disposés sur la surface à diverses distances du centre; les matières, cisaillées par la rencontre des prismes des deux surfaces, s'échappent en se portant du centre à la circonférence et peuvent être réduites à un volume de plus en plus minime.

M. BOURDELLES

Ingénieur des ponts et chaussées.

ENLÈVEMENT D'UNE ROCHE SOUS-MARINE A L'ENTRÉE DE LA RADE DE LORIENT

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 26 août 1875. —

M. Bourdelles fait connaître les dispositions qu'il prend pour enlever à l'entrée de la rade de Lorient une roche sous-marine : cette roche a son sommet à 4 mètres au dessous des plus basses mers et à 10 mètres au dessous des plus hautes mers. Elle a environ 40 mètres de longueur sur 25 mètres de largeur ; la hauteur maxima à déblayer est de 3 mètres. C'est un quartzite très-dur, difficile à attaquer au trépan.

On n'aurait pu obtenir que de faibles résultats avec les mines américaines chargées

de 50 à 60 kilogrammes de poudre : ces mines agissent bien quand le rocher est fendillé, mais sont presque sans effet s'il est dépourvu d'aspérités. Des mines américaines à la dynamite ont été essayées sans succès ; il est vrai que leur charge était faible. On s'est décidé à forer une série de trous profonds, disposés de façon à déterminer dans le rocher des lignes de moindre résistance et à placer dans ces trous des gargousses en dynamite.

Le forage des trous est une opération difficile : il doit s'exécuter au milieu de courants violents qui atteignent cinq nœuds, à l'aide d'un appareil flottant placé à une grande hauteur au dessus des points à attaquer. On a dressé un grand mât s'élevant beaucoup au dessus des hautes mers, qui est maintenu vertical à l'aide de quatre câbles fixés sur des ancres.

Le forage s'effectue à l'aide d'un trépan glissant dans un tube en tôle placé près du mât, qui permet ainsi de le guider dans son mouvement vertical. Les produits de la destruction de la roche sont enlevés automatiquement, sans qu'on ait besoin d'avoir recours au scaphandre ; le trépan a un diamètre tel, qu'il forme piston plongeur et détermine, quand on le manœuvre, un courant d'eau assez violent pour curer le trou : il donne quinze coups par minute et continue son mouvement jusqu'à ce qu'il soit usé. Son poids et sa forme ont été déterminés par expérience. En employant pour bourrer les trous de la dynamite saturée, on a pu se contenter de trous de 5 à 8 centimètres de diamètre.

Les trous sont disposés suivant des lignes droites et de façon à être à peu près équidistants : ils sont chargés de manière que les mines suivant une même direction partent simultanément.

La dynamite est enfermée dans de grandes boîtes de fer-blanc ayant le même diamètre que les trous : on prend l'empreinte de chacun d'eux en y introduisant un sac muni d'un plateau en tôle et en le bourrant de suif. Chaque cartouche a 2^{m} 50 de longueur et contient 10 à 15 kilogrammes de dynamite. On charge les gargousses en les renversant et de façon à éviter qu'il ne reste un vide à la partie supérieure : il est à craindre, en effet, que la dynamite, venant à se tasser dans des tubes aussi longs, ne soit plus en contact avec l'amorce.

Les cartouches peuvent rester dans l'eau pendant longtemps, être même gelées, puisque l'eau de mer est souvent à une température inférieure à 7 degrés, et produire de bons effets avec une amorce chargée de 2 grammes au moins de fulminate de mercure.

L'explosion des mines d'une même ligne est déterminée d'une façon sûre à l'aide d'une pile de quarante-deux éléments avec circuit direct ; on avait d'abord essayé l'emploi d'un courant induit, mais il ne permettait guère d'enflammer plus de deux à trois cartouches simultanément.

L'ébranlement produit par l'explosion se communique à une assez grande distance, et l'effet utile est considérable. Après avoir ébranlé la roche, on cherche à la triturer, à la réduire en morceaux pouvant s'enlever à la griffe ou à la drague, ou même pouvant être jetés dans le chenal.

M. RABUT

Elève ingénieur des ponts et chaussées.

BATEAU REMONTANT LE COURS D'UN FLEUVE AU MOYEN DU COURANT

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 26 août 1875. —

M. Rabut fait une communication sur l'emploi du courant des rivières pour les remonter. Il donne la description d'un bateau destiné à remonter un fleuve en n'employant que la force du courant : c'est un toueur dont le tambour reçoit son mouvement d'une roue pendante; il cherche, étant données les dimensions du bateau et de son appareil moteur, le sens et la valeur de la vitesse absolue que prendra ce bateau dans un courant donné, le mouvement étant supposé uniforme et réciproquement, quel appareil il faudra monter sur un bateau donné pour lui faire remonter un courant avec une vitesse donnée. Il étudie les conditions de possibilité, la vitesse limite de la remonte et fait une application à un exemple pratique.

2e Groupe

SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES

5me et 7me Sections

PHYSIQUE, MÉTÉOROLOGIE ET PHYSIQUE DU GLOBE

PRÉSIDENTS D'HONNEUR..... { M. ANDREWS, Professeur à Queen's college, Belfast.
M. le Dr GRINWIS, Professeur à l'Université d'Utrecht.

PRÉSIDENT..... M. POTIER, Ingénieur des Mines, Répétiteur à l'Ecole polytechnique.

VICE-PRÉSIDENT..... M. GAVARRET, Professeur à la Faculté de Médecine de Paris (1).

SECRÉTAIRE..... M. HIRSCH, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

VICE-SECRÉTAIRE..... M. COURTOIS, Licencié ès sciences physiques.

M. ARSON

Ingénieur en chef de la Compagnie du Gaz.

ANÉMOMÈTRE. — MESURE DE LA VITESSE DU VENT

— Séance du 20 août 1875. —

La vitesse avec laquelle l'air se déplace à la surface de la terre et la pression qu'il exerce sur les corps qu'il rencontre sont des phénomènes dont l'observation offre un grand intérêt.

La navigation à la voile suffirait à elle seule pour justifier cette proposition et pour motiver la production d'un appareil capable de faire connaître à chaque instant la vitesse du vent.

(1) M. Potier, président, élu lors de la session de Lille, ayant été empêché d'assister au Congrès de Nantes, M. Gavarret, a présidé les séances de la section.

De nombreux instruments ont été proposés pour résoudre cette question. Les uns se bornent à faire naître un phénomène mécanique confus et à fournir une indication mal définie qu'il faut relever et interpréter à chaque instant ; les autres font intervenir un enregistreur mécanique qui laisse la trace écrite du phénomène. Mais pas un ne fournit une indication de laquelle on puisse déduire directement et avec certitude la vitesse du vent qui l'a fait naître. Toujours l'instrument a besoin d'être taré et on sait la difficulté que présente une semblable opération.

Cette imperfection de la solution arrête son application. Aussi, arrive-t-il que ces appareils ne se multiplient pas et que les données recueillies sur la question, celles qui sont publiées et qui remontent à Coulomb, sont les seules connues et qui puissent servir de base à l'ingénieur qui a des constructions à établir.

Les marins, en effet, ne sont pas seuls intéressés dans la question, elle peut aussi justement préoccuper les constructeurs à l'occasion de travaux à exécuter à l'intérieur du pays. Il est évident que chaque localité plus ou moins défendue par des saillies de la surface, présente des conditions d'application différentes et justifie des interprétations diverses pour les conséquences à redouter d'un même phénomène, produit dans une même contrée.

Les chiffres fournis par Coulomb peuvent bien d'ailleurs légitimer quelques inquiétudes.

Si on les examine avec attention, on reconnaît dans leur expression même, des caractères qui étonnent. Ainsi le tableau fourni par Coulomb et reproduit par tous les ouvrages français ou étrangers, contient comme dernière indication celle-ci :

« Un vent marchant avec une vitesse de 45^{m} 30 exerce une pression par mètre carré de 277^{k} 87.

Comment s'expliquer qu'un observateur ait pu constater des chiffres aussi précis, dans des conditions aussi difficiles.

Ce vent même a-t-il jamais soufflé et en quel pays ?

Aux Antilles peut-être, et alors qui donc a pu y faire les observations qui nous sont transmises par Coulomb ? Comment la méthode employée dans ces circonstances et qui fournit des chiffres aussi précis est-elle complétement inconnue aujourd'hui ?

Ces doutes prennent plus de force encore quand on remarque que ces chiffres sont probablement tirés d'une hypothèse théorique.

Coulomb semble avoir tout simplement admis que la pression additionnelle qui s'exerce sur un plan et la diminution de pression qui se produit simultanément derrière ce plan, dans le cas d'un vent d'intensité quelconque, correspond à des pressions capables de produire cette

vitesse de rencontre du vent avec le plan et il a probablement dressé son tableau sur cette donnée théorique. Si l'on divise le chiffre $277^{kgr},87$ par 2, pour faire la part de la pression exercée sur les deux surfaces, on trouve : 138^{k} 93 ; si l'on convertit ce chiffre en hauteur d'air produisant la vitesse en la divisant par la densité de l'air, 1,29, on trouve 107,40.

et de la formule

$$v = \sqrt{2\,g\,h} = \sqrt{19{,}62 \times 107{,}40}$$

on tire $v = 45^{m}$ 80.

Or le tableau de Coulomb donne 45^{m} 30.

La coïncidence n'est pas absolue ; mais on peut la considérer au moins comme trop approchée pour avoir pu ressortir de l'observation d'un fait expérimental.

Cette recherche n'est pas seulement de notre part un acte de curiosité indiscrète, et n'a pas pour intention d'affaiblir, en quoi que ce soit, le mérite des chiffres fournis par Coulomb. Ils sont les premiers, disons mieux, ils sont encore aujourd'hui les seuls dont on fasse usage dans le monde entier, et cette confiance générale montre la considération qu'ils méritent. D'ailleurs ils ont été donnés certainement pour guider les marins dans la détermination des surfaces de la voilure des navires, et il était utile de ne pas affaiblir les résultats possibles, parce qu'il convenait de prévenir les conséquences d'une donnée trop faible, qui eût pu provoquer des accidents graves.

Mais la conséquence à tirer de ces réflexions, c'est que les chiffres de Coulomb, si applicables peut-être dans l'étude des questions qui intéressent la marine, ne peuvent pas être employés pour déterminer la pression horizontale que le vent imprime à un ouvrage fixe différant beaucoup d'un plan, sans être affectés d'un coefficient sans doute important et absolument inconnu. Il était donc nécessaire d'étudier ce cas particulier de la question et sans craindre de céder à un sentiment d'amour-propre mal justifié, de créer des moyens d'observation spéciaux et exacts.

Voici la description des dispositions qui peuvent être adoptées et des considérations théoriques sur lesquelles elles reposent.

Pour la construction de l'appareil, il nous paraît désirable d'écarter tous les systèmes qui mettent en œuvre des pièces mécaniques nombreuses, se mouvant avec vitesse et qui sont susceptibles d'une rapide altération.

Nous croyons aussi qu'il faut renoncer à tout système qui crée par sa présence dans l'air un trouble qui change et complique le fait à observer et nous avons eu recours à la production d'un phénomène

simple, s'accomplissant sans trouble et s'exprimant d'une manière constante et précise en fonction de la vitesse du vent qui le produit.

Dans la partie de la mécanique qui s'occupe de l'écoulement des liquides, le théorème de *Bernouilli* occupe une place solidement conquise, qui offre un point d'appui inattaquable à un système qui en est une application directe. C'est la production du phénomène en question et l'appréciation des changements de pression dans l'appareil qui font la base du système.

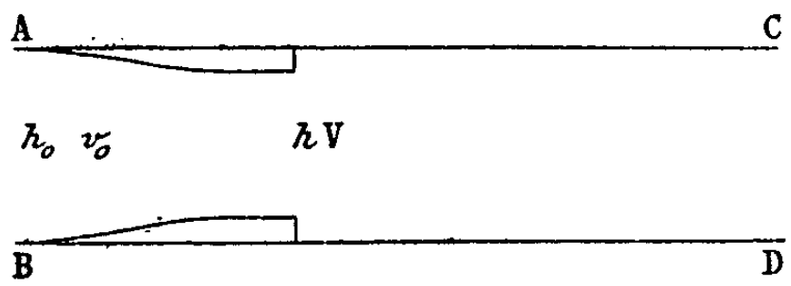


Fig. 75.

Si l'on considère (fig. 75) un tronçon horizontal de conduite ABCD dans lequel se meut un fluide quelconque et qu'on le suppose garni à l'intérieur d'un rétrécissement parfaitement évasé, on sait qu'on peut poser que la différence des hauteurs $(h_0 - h)$ dues aux pressions, est égale et de signe contraire à la différence des hauteurs $\left(\frac{V^2}{2g} - \frac{V_0^2}{2g}\right)$ dues aux vitesses correspondantes, soit :

$$h_0 - h = \frac{V^2}{2g} - \frac{V_0^2}{2g}$$

Cette expression, établie pour les liquides, est certainement applicable aux gaz quand la variation des pressions est relativement petite.

Si l'on fait en sorte que le terme $\frac{V^2}{2g}$ soit égal à $2\frac{V_0^2}{2g}$ on pourra écrire :

$$h_0 - h = \frac{V_0^2}{2g}$$

Or, h_0 c'est la hauteur due à la pression atmosphérique, h c'est la hauteur due à la pression qui a lieu derrière l'étranglement, si bien que la différence $(h_0 - h)$, qui sera donnée par un manomètre branché en A, fera connaître directement la vitesse V_0 par la lecture du manomètre.

RAPPORT ENTRE LES DIAMÈTRES DES SECTIONS.

Il suffira, pour réaliser les conditions si expressives qui viennent d'être énoncées, de donner à la réduction du diamètre intérieur la proportion qui est fournie par la relation

$$\frac{V^2}{2g} = 2\,\frac{V_0^2}{2g}$$

c'est-à-dire : $V = V_0 \times \sqrt{2}$

Mais puisque le volume écoulé à chaque instant est le même dans les deux sections S et s, on devra avoir :

$$S\,V_0 = sV_0 \times \sqrt{2}$$

d'où

$$\frac{S}{s} = \sqrt{2}$$

Tout appareil disposé comme l'indique la figure ci-jointe et qui possédera les proportions précédentes fournira donc, par l'observation de la pression derrière l'étranglement, la hauteur que produit la vitesse du vent et par conséquent fera connaître cette vitesse.

On comprend aisément qu'une aussi faible réduction de diamètre ne devra pas produire de trouble dans l'écoulement de l'air et que la perte de charge, constatée par un manomètre sensible, branché après le rélargissement brusque, fournira des renseignements qui pourront être attribués en toute certitude à l'action du vent observé.

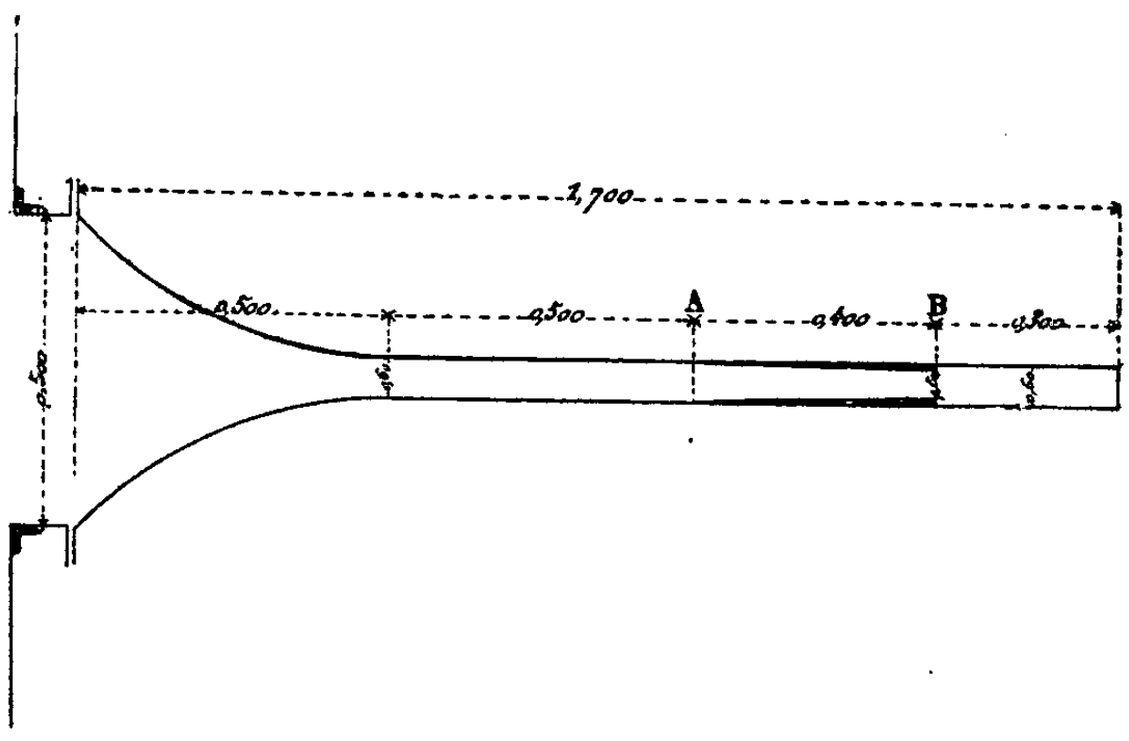


Fig. 76.

Toutefois, une déduction si importante avait besoin d'être confirmée avant d'être présentée comme la raison fondée d'une applica-

tion, et il était nécessaire de faire une observation qui en fût la justification pratique. Voici le moyen qui fut employé.

On s'est servi d'un gazomètre qui a une capacité de $40^{m}/^{c}$ que l'on charge à volonté et dont les déplacements correspondent à des volumes parfaitement déterminés.

Sur la calotte a été appliquée une tubulure parfaitement évasée, ayant $0^{m},0600$ de diamètre, telle que la représente le dessin ci-joint et qui obligeait l'air à s'écouler en filets parallèles dans l'atmosphère.

L'étranglement contenu dans le tuyau réduit le diamètre de 0,0600 à 0,0504 (fig. 76).

Le manomètre, branché derrière l'étranglement, avait un diamètre assez grand pour éviter toute influence de capillarité : il contenait de l'eau distillée. Les densités de l'air qui s'écoulait ont été corrigées des influences dues à la température et à la pression barométrique. Enfin, les observations ont été multipliées pour faire intervenir l'influence de vitesses différentes et pour faire apparaître les erreurs accidentelles qui auraient pu se produire.

Le tableau suivant contient les résultats des expériences, qui ont paru mériter toute confiance.

TABLEAU des résultats des observations des 30 et 31 octobre et 2 décembre.

DATES.	VITESSES RÉELLES a	VITESSES CALCULÉES b	RAPPORT $\frac{a}{b}$	OBSERVATIONS.
30 oct^{bre}	10.47	11.162	0.938	
	16.60	18.075	0.912	
	22.88	25.621	0.893	
31 id.	23.84	25.699	0.926	
	23.40	25.557	0.915	
2 déc^{bre}	20.12	22.110	0.910	
			5.494	
		Moyenne	0.915	

L'observation de ces chiffres montre :

1° Que les vitesses réelles produites ont été poussées de 10^{m} 47 jusqu'à 20^{m} 12 ;

2° Que les vitesses calculées, déduites de la hauteur manométrique observée, ont été plus grandes que les vitesses réelles en telle proportion que pour déduire les valeurs exactes de ces vitesses par l'observation des pressions, il ne faut prendre que les 0,915 du résultat fourni par le calcul.

Ces résultats nécessitant l'emploi d'un coefficient dont la raison n'est pas évidente, nous avons cru devoir rechercher si le fait ne provenait pas d'un défaut de construction de l'appareil. Nous avons reconnu que le diamètre de l'étranglement n'était que de 0,0500, tandis qu'il devait être de 0,0504.

Nous avons fait rectifier l'appareil et recommencé les expériences. Dans l'une d'elles, la vitesse réelle, corrections faites de la température et de la pression, a été réellement de 20^m 48. La perte de pression indiquait 21,78. L'observation avait donc encore besoin d'un coefficient dont la valeur atteignait 0,94, et il fallait bien admettre que les influences perturbatrices qui accompagnent tous les phénomènes de cette nature, produisent une perte d'effet utile impossible à éviter.

Au reste, nos observations concordent parfaitement avec celles que Daubuisson a faites sur l'écoulement des gaz, lesquelles l'ont amené à reconnaître comme nécessaire l'emploi d'un coefficient qui a varié de 0,90 à 0,93.

Puisque l'emploi d'un coefficient est admis par un maître comme Daubuisson, et puisque nous arrivons à une concordance aussi parfaite des indications, nous croyons devoir l'introduire dans l'application, et nous proposons de le fixer, dans le cas particulier qui nous occupe, à 0,94.

Pour compléter l'étude et pour permettre d'en déduire les données se prêtant avec certitude à une bonne application, nous avons cherché la longueur minimum que devait avoir le tuyau cylindrique après le rélargissement brusque. Nous redoutions le phénomène, qui semblait pouvoir se produire dans le cas des grandes vitesses, le parallélisme longtemps soutenu des filets ayant franchi l'étranglement et ne s'épanouissant qu'à une grande distance qu'il importait de connaître.

Cette fois, l'écoulement a été poussé à la vitesse de 45^m, et cependant l'épanouissement complet a toujours été produit dans une longueur du cylindre égale à 4 fois le diamètre.

Conclusions. — Nous nous croyons donc fondé à proposer l'application d'un appareil qui serait construit comme il va être dit, et dont les indications seraient recueillies et enregistrées par un de ces ingénieux appareils employés dans l'industrie et qui font connaître les pressions

que le gaz d'éclairage exerce à tout instant des 24 heures dans les conduites de distribution.

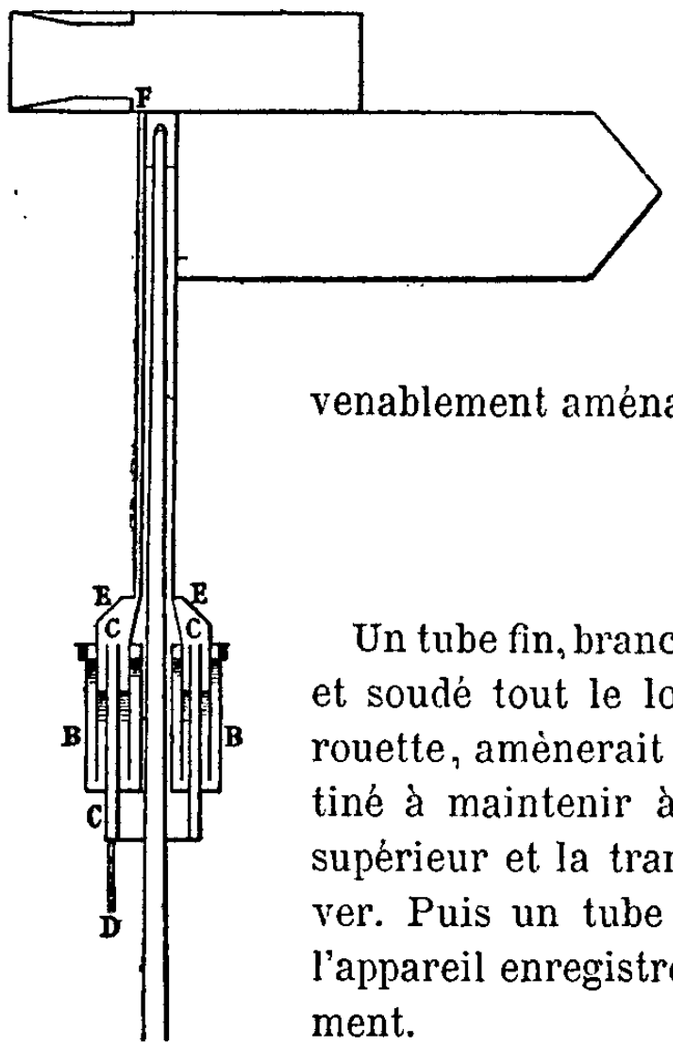


Fig. 77.

Le tuyau soumis à l'action du vent aurait une longueur égale à six fois son diamètre ; il serait lié à une girouette (fig. 77) qui l'orienterait sans cesse au vent. Le premier tiers de sa longueur porterait le rétrécissement convenablement aménagé, qui satisferait à la condition

$$\frac{S}{s} = \sqrt{2}$$

Un tube fin, branché dans le rélargissement brusque et soudé tout le long du tube qui porterait la girouette, amènerait la pression dans un appareil destiné à maintenir à la fois la mobilité de l'appareil supérieur et la transmission de la pression à observer. Puis un tube fixe porterait cette pression dans l'appareil enregistreur, contenu à l'intérieur du bâtiment.

L'appareil intermédiaire pourrait être formé d'un boisseau B ou vase cylindrique avec un compartiment de deux cylindres parallèles CC, qui comprennent entre eux un espace communiquant avec un conduit D, qui descend à l'indicateur. Une cloche E, mobile autour de l'axe commun à tous les appareils, communiquerait, d'autre part, avec le point voulu F de la girouette.

Les choses étant ainsi disposées, la pression qui sera produite en F dans le rélargissement brusque, se fera sentir en C et par suite en D, quelle que soit l'orientation de la partie supérieure et mobile de l'instrument.

Il importe de faire remarquer que le rapport choisi entre la hauteur due à la pression du vent et la hauteur due à sa vitesse n'est pas nécessairement liée à l'égalité que produirait la condition

$$\frac{S}{s} = \sqrt{2}$$

Les sections pourraient être tout autres. On pourrait, par exemple, faire que la hauteur d'eau soit double de celle qui correspond à la vitesse. Cette disposition pourrait être nécessaire à la mesure de vitesses faibles, ne produisant que des déplacements d'eau difficiles à lire.

C'est là une question d'exécution.

A. CORNU

Ingénieur des mines, Professeur à l'École polytechnique.

POINTS PRINCIPAUX D'UN SYSTÈME OPTIQUE

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 20 août 1875. —

M. Cornu indique un procédé très-simple et très-élégant pour déterminer avec exactitude la distance focale et les points principaux des lentilles ou des systèmes remplaçant une lentille.

En appelant x et x' les distances de deux foyers conjugués aux foyers principaux correspondants, on a la formule :

$$x\,x' = f^2 \qquad (1)$$

Mais on commet une erreur dans la mesure de x et de x' ; soient δ et δ' ces erreurs, φ l'erreur sur la mesure de f^2, on aura :

$$(x+\delta)\,(x'+\delta') = f^2 + \varphi\,;$$

ou en négligeant $\delta\,\delta'$ et supposant $\delta = \delta'$:

$$(x+x')\,\delta = \varphi.$$

La meilleure détermination de f s'obtiendra pour la valeur minima de φ, c'est-à-dire pour le minimum de $x + x'$, minimum obtenu pour une position de l'objet très-voisine du point nodal correspondant.

Voici alors le procédé opératoire : on place sur une règle graduée le système optique et un microscope à long foyer ; on détermine la position du foyer principal en observant l'image d'un objet très-éloigné, puis on mesure la distance l de ce foyer à la surface de la lentille. De même on détermine de l'autre côté la distance l'. On détermine, en outre, les distances apparentes ε et ε' de chaque face de la lentille à l'autre face, et l'on a, en appliquant la formule (1) :

$$(l+\varepsilon)\;l' = f^2$$
$$(l'+\varepsilon')\;l' = f^2$$

On a aussi, en très peu de temps et avec grande facilité, deux valeurs de f qui doivent être égales, et les valeurs $l - f$, $l' - f$, donneront la position des points nodaux.

M. MERGET

THERMO-DIFFUSION GAZEUSE DES CORPS PULVÉRULENTS HUMIDES

— Séance du 20 août 1875. —

Le phénomène que j'ai désigné sous le nom de *thermo-diffusion gazeuse des corps poreux et pulvérulents humides,* réduit à ses manifestations les plus essentielles, peut être résumé comme il suit.

Quand un corps poreux ou pulvérulent humide, environné d'un gaz quelconque, est mis dans des conditions propres à déterminer la vaporisation de son eau d'imbibition, le mouvement de sortie de celle-ci, à l'état de vapeur, provoque, en sens contraire, un mouvement de rentrée du gaz ambiant, qui afflue par tous les pores superficiels et s'accumule à l'intérieur sous pression.

L'échauffement, par cela même qu'il est le moyen de vaporisation le plus commode et le plus puissant, est aussi celui dont l'emploi convient le mieux pour la production du phénomène de thermo-diffusion gazeuse.

Ce phénomène ne dépend d'ailleurs nullement de la nature du corps poreux qui le présente, mais seulement des dimensions des pores de ce corps; on l'obtient avec tous les liquides indifféremment, à la condition, cependant, que ceux-ci soient volatils, et, dans ce cas, leur activité est en proportion de leur volatilité.

Le mode le plus direct de vérification expérimentale du fait essentiel qui ressort des détails précédents consiste à prendre un bloc A (fig. 78)

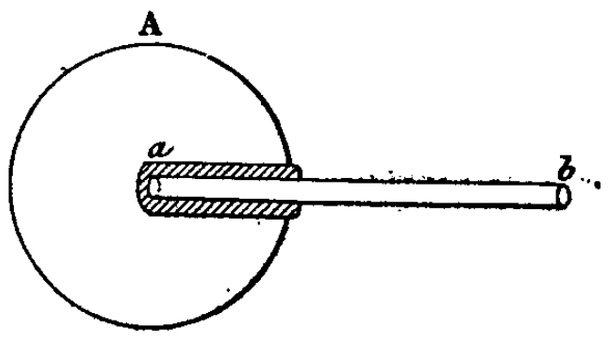


Fig. 78.

d'un corps poreux quelconque, de plâtre, par exemple, dans lequel on creuse une cavité cylindrique où l'on engage un tube *a b* ouvert aux deux bouts, qu'on scelle au plâtre gâché, et qu'on met en relation en *b* avec un manomètre à mercure.

Si le plâtre est bien sec, l'échauffement du bloc A, dans une étuve, dans la flamme d'une lampe à alcool, dans celle d'un bec de gaz ou au dessus d'un feu clair, détermine la dilatation de l'air intérieur, qui, libre de s'échapper au dehors par les ouvertures des pores superficiels, reste constamment en équilibre de pression avec l'air extérieur, ainsi que le montre le stationnement du mercure dans le manomètre.

Les choses ne se passent plus de la même façon lorsqu'il y a eu préalablement imbibition du bloc par l'eau ou par un liquide volatil quelconque ; dans ce cas, dès qu'on commence à le chauffer, la dénivellation du mercure accuse un accroissement immédiat de la pression intérieure, et cet accroissement est toujours en rapport avec celui de la température de l'échauffement.

Si l'on sépare le manomètre et qu'on fasse de *ab* un tube de dégagement dont l'extrémité *b* plonge dans l'eau, l'air qui afflue sous pression à l'intérieur de A, par tous les pores superficiels, rencontrant en *b* une résistance qu'on peut toujours rendre inférieure à sa pression, se dégage, par cet orifice, avec une vitesse qui se règle toujours, elle aussi, sur la marche de l'échauffement.

On répétera plus commodément ces expériences en substituant au bloc poreux des appareils de construction très-élémentaire, auxquels j'ai donné le nom de *thermo-diffuseurs*, et qui peuvent se ramener à deux types distincts que je désignerai, pour abréger, par les lettres (α) et (β).

Le thermo diffuseur (α) se compose (fig. 79) d'un simple vase poreux de pile que l'on bouche hermétiquement avec un bouchon de liége traversé

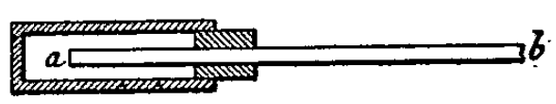


Fig. 79.

par le tube de verre *ab*, ouvert aux deux bouts, et destiné soit à être mis en communication avec un manomètre, soit à servir de tube de dégagement. On peut indifféremment laisser l'intérieur de ce vase poreux vide, ou le remplir de poudres tassées.

Pour construire le thermo-diffuseur (β) (fig.80),on prend également un

Fig. 80.

vase poreux de pile dans l'axe duquel on introduit un tube de verre *a b*,

ou mieux un tube métallique percé de petits trous sur toute la portion intérieure *a c* de sa paroi ; autour de *a c*, on entasse une substance pulvérulente quelconque, puis le tube est scellé en *c* avec un peu de plâtre gâché.

A défaut de vases poreux, on se procurerait plus économiquement encore des thermo-diffuseurs des deux types précédents en prenant de vulgaires pipes de terre, qu'on peut employer soit en les bouchant avec un bouchon de liége, soit en bourrant leur fourneau avec de la poudre de terre de pipe, le tuyau de la pipe elle-même servant alors de tube de dégagement.

Les thermo-diffuseurs du second type offrent sur ceux du premier l'avantage de pouvoir être chauffés également par tous les points de leur surface à la fois, et de pouvoir supporter, sans détérioration, l'action de la chaleur la plus intense. En m'arrêtant dans les essais auxquels je les ai soumis à la limite du rouge sombre, et en opérant sur des thermo-diffuseurs d'un très-petit modèle (12 centimètres de haut sur 4 centimètres de large) j'ai vu la pression de l'air intérieur atteindre le chiffre de 3 atmosphères, qu'on dépasserait certainement avec des appareils de plus grandes dimensions.

Il résulte au moins de ces expériences que l'air du dehors, entrant par thermo-diffusion dans un corps poreux humide, peut y arriver à un degré de condensation tel que sa tension surpasse de 2 atmosphères celle du milieu ambiant ; et ce qui rend cet excès de tension intéressant à noter, c'est qu'il se produit et se maintient dans un espace absolument ouvert de toutes parts, où l'on ne saurait, lorsque le corps poreux est sec, introduire aucun gaz sans qu'il se détende instantanément du côté de l'air extérieur, avec lequel il se met alors en équilibre.

Si les raisons plausibles manquent pour expliquer comment cette détente devient tout d'un coup impossible dans un thermo-diffuseur convenablement mis en expérience, il y a lieu, cependant, d'affirmer que cette impossibilité tient, d'une manière générale, à la présence de l'eau de l'appareil et par un lien plus particulièrement étroit, à la vaporisation superficielle de ce liquide ; car ce dernier phénomène et celui de l'accroissement de la pression intérieure présentent, dans leur marche, un parallélisme bien nettement accusé.

La chaleur, qui augmente la vitesse du mouvement évaporatoire, détermine une augmentation correspondante dans l'excès de la pression intérieure. Quand l'évaporation se régularise, sous l'influence d'une température stationnaire, l'excès de pression est lui-même alors remarquable par sa constance, et il tombe brusquement à zéro dès qu'il n'y a plus d'eau d'imbibition à vaporiser.

Ces résultats font facilement prévoir ceux qu'on obtient en chauffant un thermo-diffuseur amorcé dont le tube *a b*, séparé du manomètre, sert de tube abducteur. Le dégagement de gaz qui se produit alors, et dont la vitesse est toujours en rapport avec celle de la sortie des vapeurs, marche très-uniformément quand l'évaporation est également uniforme, et il finit exactement en même temps qu'elle.

Pour un même thermo-diffuseur inégalement amorcé le volume du gaz dégagé varie avec la proportion d'eau absorbée, et pour des thermo-diffuseurs différents amorcés à saturation, les volumes obtenus ont oscillé autour d'une moyenne de 40 fois environ celui de l'appareil employé.

La vitesse du dégagement, dont la progression suit celle de l'échauffement, dépend encore de l'étendue de la surface thermo-diffusive et varie dans le même sens; elle a été de plusieurs litres par minute avec des vases poreux de pile du plus grand modèle.

Les phénomènes que je viens de décrire se distinguent nettement de ceux de la *thermo-diffusion du gaz et de la diffusion entre l'air sec et l'air humide,* étudiés par Feddersen (1) et par Dufour (2).

Le premier de ces physiciens s'est uniquement proposé dans ses recherches de vérifier les conclusions auxquelles Neumann (3) avait été conduit par le calcul, relativement à l'effet produit sur une masse gazeuse limitée contenue dans un tube indéfini et de densité plus grande que le reste du gaz, par une différence de température artificiellement maintenue entre ses deux extrémités.

L'analyse démontrant qu'il doit y avoir dans ce cas un mouvement continu dans la colonne gazeuse tout entière, dont le sens de la propagation serait de la face froide à la face chaude, Feddersen, pour résoudre la question de fait, a installé dans un tube de verre des diaphragmes poreux de diverses substances renfermant condensé dans leurs pores le gaz dont le reste du tube est rempli, et il a maintenu les deux faces de ces diaphragmes à des températures différentes. En opérant ainsi il a bien provoqué dans la masse gazeuse totale un courant dirigé, comme l'indiquait la théorie dans le sens de la face froide à la face chaude, mais l'effet obtenu a toujours été très-faible, et trop irrégulier pour permettre aucune mesure précise.

Ce qui ressortirait des longues et minutieuses recherches de Dufour, ce serait l'existence d'une diffusion gazeuse entre deux masses d'air à

(1) W. Feddersen. *Ueber Thermo-diffusion von Gasen.* (Pogg. Ann. T. CXLVIII, p. 302.)

(2) L. Dufour. *Recherches sur la diffusion qui se produit entre l'air sec et l'air humide à travers une paroi de terre poreuse.* (Arch. de Genève, T. XLIX, p. 316.)

(3) Carl Neumann. *Vorlaüfige Conjectur über die Ursache der thermo-dektruschen Strime.* (Beuchte d. Kon Sachs. Geselts, d. Wissensch. Leipzig, 1872, p. 49.

différents états hygrométriques séparées par la paroi poreuse d'un vase de pile bouché, avec prédominance du courant gazeux de l'air le plus sec à l'air le plus humide.

Ce résultat a d'abord contre lui d'être formellement en contradiction avec les lois de Graham, ce qui serait déjà suffisant pour justifier quelque défiance à son égard, et l'examen attentif des conditions dans lesquelles il a été obtenu montre en effet que Dufour n'a pas eu affaire, comme il le pensait, à un phénomène de diffusion simple entre les deux masses d'air sur lesquelles il opérait.

Les vases poreux qui lui servaient de diaphragmes ayant été, d'après sa déclaration même, longtemps trempés dans l'eau avant d'être mis en expérience, puis soigneusement lavés, cette préparation en faisait de véritables appareils thermo-diffuseurs du type (α), dont l'eau d'imbibition, en s'évaporant légèrement du côté de l'air le plus sec, devait déterminer, de la part de celui-ci, un mouvement de rentrée en sens contraire.

Dufour s'est donc placé, sans le vouloir, dans des conditions identiques à celles de mes expériences, et les faits qu'il a observés ne sont qu'un cas particulier de ceux dont j'ai formulé la loi générale. J'ajouterai que ces faits sont d'un ordre de grandeur qui rend leur constatation très-délicate, car ils se réduisent à des dégagements gazeux d'une bulle par trente-deux secondes et à des excès de pression de quelques millimètres d'eau ; tandis que j'ai obtenu des dégagements de plusieurs litres par minute, et des excès de pression de plusieurs atmosphères.

On ne saurait évidemment attribuer de pareils résultats à l'inégalité des mouvements diffusifs à travers un diaphragme poreux de deux masses d'air d'états hygrométriques différents, et les expériences suivantes lèvent d'ailleurs toute incertitude à cet égard.

1° Un thermo-diffuseur du type β, que l'on a préalablement bien mouillé afin d'assurer la saturation de son atmosphère intérieure, est introduit dans un grand flacon de verre hermétiquement fermé par un bouchon qui traverse le tube *a b* ; une couche d'acide sulfurique concentré versée au fond du flacon établit la siccité parfaite de l'air dans lequel le corps poreux est plongé. En cet état, et tant que la température de l'appareil reste la même que celle de l'air ambiant, le tube abducteur *ab* ne donne qu'un dégagement nul ou insignifiant ; mais dès qu'on soumet l'appareil au plus faible rayonnement calorifique, en le faisant par exemple passer de l'ombre au soleil, on le voit immédiatement entrer en activité, et, pour des échauffements ne dépassant pas une vingtaine de degrés, donner dix à douze bulles de gaz par minute, encore même que l'on n'ait exposé à la radiation solaire qu'une faible partie de la surface thermo-diffusive.

2° Conservant ce premier appareil ainsi disposé avec une atmosphère intérieure saturée et une atmosphère extérieure sèche, on en monte un deuxième dans des conditions exactement inverses : pour cela on prend un vase poreux de pile bien mouillé, on le remplit de chaux vive fortement chauffée pour lui constituer une atmosphère intérieure sèche, on lui adapte rapidement son bouchon muni du tube abducteur *a b* et on l'expose au soleil, à l'air libre, en même temps que le premier vase poreux maintenu dans les conditions de l'expérience précédente. Dans ces deux états respectifs, qui, d'après les vues de Dufour, devraient leur assurer des modes de fontionnement inverses, les deux appareils se comportent à très-peu près identiquement de la même manière et donnent sensiblement le même nombre de bulles dans le même temps aux extrémités de leurs tubes de dégagement.

3° Le deuxième appareil, successivement employé avec de la chaux vive fortement chauffée ou avec une éponge mouillée à l'intérieur, fournit des dégagements gazeux sensiblement égaux, lorsqu'on l'expose, dans les deux cas, à un même rayonnement calorifique.

Il reste bien établi par les expériences précédentes que les phénomènes de thermo-diffusion gazeuse des corps poreux et pulvérulents humides diffèrent essentiellement des phénomènes de l'échange gazeux par diffusion simple ; et d'autre part, le rôle nécessaire qu'y joue l'eau, ou le liquide volatil par lequel elle peut être remplacée, les sépare nettement des phénomènes de thermo-diffusion gazeuse étudiés par Feddersen sur des corps poreux secs.

Resterait à expliquer comment le départ de l'eau, ou du liquide d'imbibition, à l'état de vapeurs, peut devenir la cause efficiente de l'afflux de l'air extérieur, et si le premier de ces mouvements est capable de provoquer directement le second, ou bien s'il n'intervient qu'indirectement, comme il pourrait le faire, par exemple, en déterminant dans la masse du corps poreux une distribution particulière de la température qui serait incompatible avec le maintien de l'équilibre du gaz intérieur.

En dehors de toute interprétation théorique, ce qu'on peut affirmer avec assurance, c'est que les phénomènes de thermo-diffusion des corps poreux et pulvérulents humides offrent un exemple très-net de transformation de la chaleur en mouvement, car le gaz extérieur qui pénètre dans ces corps se refroidit en les traversant, et c'est la force vive devenue disponible par suite de la transformation du mouvement calorifique moléculaire que l'on retrouve dans le mouvement de masse du gaz affluant du dehors vers l'intérieur du corps poreux.

Ces faits jouent un rôle important dans certains phénomènes naturels.

Nos vêtements, les pierres de nos maisons, le sol, lorsqu'ils sont tant

soit peu échauffés après humectation préalable, fonctionnent comme des appareils thermo-diffuseurs, et cela avec une activité parfois surprenante.

Chez les animaux, les mouvements thermo-diffusifs interviennent certainement dans la respiration pulmonaire et trachéenne, mais c'est chez les végétaux surtout que les phénomènes de cet ordre ont une importance capitale. Chez les végétaux aquatico-aériens, les feuilles possèdent, à ce point de vue, une activité considérable qui leur permet dans quelques espèces (le Nelumbium speciosum par exemple) de lancer, par leurs orifices stigmatiques, jusqu'à 1/2 litre d'air par minute à travers le réseau de grandes lacunes qui s'étend d'un bout à l'autre de la plante, en entretenant ainsi dans ce système de canaux aérifères une circulation gazeuse bien autrement active que celle d'un grand nombre d'animaux.

Chez les végétaux aériens, le pouvoir thermo-diffusif des feuilles est sensiblement moindre, mais aussi ne sont-elles pas seules à le posséder, car les rameaux et les tiges le partagent avec elles et donnent accès, par les stigmates, par les lenticelles, ou par les cicatrices des blessures de l'écorce, à l'air atmosphérique, qui pénètre sous pression dans l'intérieur de l'organisme par tous les points de la surface aérienne échauffée, pour se porter à travers les tissus vers les points relativement froids de cette surface.

M. CHARLES GRAD

Secrétaire du comité de statistique de la Société industrielle de Mulhouse.

OBSERVATIONS SUR LA TEMPÉRATURE DES MERS DE FRANCE

— Séance du 20 août 1875. —

La température des mers qui baignent la France n'a pas encore été déterminée par des séries d'observations régulières. A plusieurs reprises nous avons insisté sur l'intérêt de ces observations, et, ces derniers jours encore, le congrès géographique international de Paris a émis un vœu pour en recommander l'organisation aux ministères de la Marine et des Travaux publics avec le concours du personnel des phares et des sémaphores. Cela n'exigerait ni beaucoup de peine ni des dépenses considérables, et c'est avec le concours de l'administration des phares que l'Institut météorologique de Norwége poursuit ces observations sur tout le littoral de la péninsule scandinave. Il y a de même, depuis

nombre d'années, d'excellentes séries d'observations pour les côtes de l'Islande, de l'Ecosse, du Danemarck, de l'Allemagne, de l'Autriche. Pour montrer combien ces observations sont faciles, je les ai établies avec le concours de quelques hommes de bonne volonté dans trois stations du littoral de l'Algérie, à Alger, à Oran et à La Calle. Peut-être l'Association française pour l'avancement des sciences pourra-t-elle inspirer à quelques-uns de ses membres le désir de contribuer à l'installation de ces observations sur nos côtes et de remplir ainsi une regrettable lacune par l'étude des conditions physiques de notre pays.

Si nous demandons le concours de l'administration des phares et des sémaphores pour l'observation de la température de la mer, c'est à cause des bons résultats obtenus par l'Institut météorologique de Norwége et la Société météorologique d'Ecosse avec l'aide des gardiens des phares. En Norwége notamment, dix phares échelonnés le long des côtes, depuis Früholmen, près du cap Nord, jusqu'à l'extrémité méridionale, à Tarungen et à Lindesness, font depuis l'année 1867 des observations journalières sur la température de l'air, la température et la densité de l'eau de la mer, les orages et les aurores polaires, la direction et la force des vents et des courants maritimes, l'état du ciel et les marées, tout cela sur une étendue de côtes allant de 57° 59′ à 71° 6′ de latitude nord. On a commencé par des observations bi-horaires à Christiansund, près du cap Lindesness, afin de déterminer les variations diurnes. Aujourd'hui chaque station fait une, deux ou trois observations par jour. La variation diurne de la température de la mer à la surface atteint au plus quelques dizièmes de degrés. Chaque année, M. Mohn, directeur de l'Institut météorologique et professeur de météorologie à l'université de Christiania, fait une tournée d'inspection aux différentes stations pour la vérification des instruments. Tous les résultats obtenus sont régulièrement publiés dans les *Annales de l'Institut météorologique de Norwége*. L'Institut météorologique n'a pas organisé moins de cinquante stations, tant à l'intérieur du pays que sur les côtes, le tout coûtant au budget de l'Etat une somme annuelle de 7,770 francs seulement.

En Ecosse, les observations sur la température de la mer ont été établies par les soins de la Société météorologique d'Edimbourg, depuis janvier 1857, et se trouvent publiées dans le recueil de l'association. De même que pour la Norwége, il y a ici dix stations, à savoir : West-Haven, North-Berwick et Dunbar sur la côte orientale de l'Ecosse; Oban et Otherhouse sur la côte occidentale, Starnoway et Harris aux îles Hébrides; Sandwick dans le nord; East Yell aux îles Shetland et Thorshavn dans le groupe des Far-œr. La même société a établi deux autres stations, à Reykiavik et à Stykkisholmr en Islande, à ses frais et avec ses ressources particulières. Son secrétaire, M. Alexandre Buchan,

a démontré dans un mémoire fait avec les observations sur la température des mers qui baignent l'Ecosse, que ces mers dépendent du Gulf-stream. Une ligne tirée à travers l'océan Atlantique, de Cuba aux Far-œr, traverse des eaux plus chaudes que celles de l'est et de l'ouest, indiquant en même temps un courant allant au nord suivant cette direction.

Au Danemarck, le ministère de la marine fait faire des observations journalières depuis 1868 par cinq bateaux-phares stationnés dans le Cattégat et le Sund, à Trindelen, à Lasorinne, à Kobbergrunden, à Knoben et à Drogden. Cinq fois par jour, les gardiens de ces bateaux observent la température de la mer et de l'air, la direction des vents, celle des courants maritimes. Tout d'abord, on négligea les observations pendant l'hiver, de décembre à février ; mais, à la demande du docteur Lœffler de Copenhague, le gouvernement ordonna la continuation des observations pendant l'année entière. M. Dove a publié pour la mer du Nord les résultats des observations faites à Copenhague pendant 6 à 8 ans; aux bains de mer de Doberan, pendant quatre; puis à Rével, dans la Baltique, durant les années 1847, 1849 et 1850. MM. Meyer et Mobius ont fait les mêmes observations dans la baie de Kiel, du 23 juin 1863 au 29 juin 1864, publiées à Leipzig en 1865, dans leur *Fauna der Kieler Bucht*, et continuées dans le recueil de leurs recherches sur les mers allemandes. Depuis 1870, les observations se font aussi au phare de Brême.

Sur les côtes de la mer Adriatique, la marine autrichienne n'observe pas seulement la température de l'eau à la surface, mais à six niveaux de profondeur différente, jusqu'à 40 mètres. Dans l'origine, les stations d'observations étaient établies à Trieste, à Fiume, à Zara, à Lesina, à Raguse, à Castelnuovo, à Durazzo, à Corfou, à Zengg, à Pola, à Klek ; mais au bout de deux années on a trouvé suffisant de réduire ces stations de onze à trois, conservant celles de Fiume, de Lesina et de Corfou, où l'on étudie, de plus, la salure des eaux, les marées et les courants, les phénomènes atmosphériques et magnétiques. Ces études ont été commencées en 1865 sous l'impulsion de M. de Wullerstorf, alors ministre du commerce, et c'est le ministère du commerce qui continue à en faire les frais. Une commission permanente de l'Académie des sciences de Vienne, sous la présidence d'un savant distingué, M. Lorenz, surveille ces observations et en publie les résultats dans des mémoires qui paraissent à intervalles réguliers, sous le titre de *Bericht der standigen Commission für die Adria an der Kayserlichen Akademie der Wissenschaften* (in-4°, Wien). Les recherches hydrographiques poursuivies depuis dix ans par la commission autrichienne de l'Adriatique présentent un grand intérêt, tant pour l'histoire naturelle que pour la physique du globe, et il serait fort à désirer que les mêmes recherches fus-

sent faites tout au moins pendant quelques années sur nos côtes de France.

Sans donner ici tous les résultats des observations sur la température dans toutes les mers d'Europe, je me bornerai à indiquer à la section de physique du congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences, la moyenne de la température de l'eau à la surface pour les différentes stations de l'Islande, de la Norwége et de l'Ecosse, avec l'amplitude des oscillations extrêmes. J'y ajouterai de plus les moyennes, les maxima et les minima de chaque mois pour les observations que j'ai faites sur la température de la Méditerranée avec le concours de MM. Paul Hagenmuller, Audier et Pomel aux trois stations d'Alger, d'Oran et de La Calle, pendant l'année 1872. Enfin, pour montrer les variations de la température dans le sens de la profondeur, je donnerai de plus les résultats des observations autrichiennes de l'Adriatique pendant la même année aux stations de Corfou, de Lesina et de Fiume. Voici d'abord les moyennes de température de la mer sur les côtes de l'Islande, de l'Ecosse et de la Norwége :

STATIONS.	Hiver.	Printemps.	Eté.	Automne.	Moyenne annuelle.	Oscillations extrêmes.
Stikkisholmr.....	1°0	1°4	9°0	6°2	4°4	10°8
Reykiavik.....	1.0	3.0	9.6	6.0	4.9	10.5
Thorshavn.....	6.0	5.7	9 1	8.3	7.3	4.9
Sandwick.....	7.7	7.1	11.6	11.4	9.4	6.5
Stornoway.....	7.1	8.1	12.4	10.9	9.6	6.4
Harris.....	7.1	7.4	12.3	10.7	9.4	6.7
Oban.....	7.0	7.0	11.7	11.2	9.2	7.0
Otherhouse.....	7.0	7.5	12.2	10.7	9.4	6.7
Westhaven.....	5.6	8.2	14.0	10.4	9.4	9.6
North Berwick.....	5.3	7.1	12.2	10.4	8.8	8.1
Dunbar.....	5.1	7.1	12.6	10.4	8.8	9.8
Fruholmen.....	3.2	2.3	7.6	6.5	5.0	6.2
Andenes.....	1.1	3.7	10.4	5.7	5.2	10.4
Villa.....	1.9	4.7	11.7	7.2	6.4	11.2
Ona.....	5.7	5.1	10.9	9.8	7.9	8.8
Helliso.....	5.7	5.7	11.7	10.7	8.5	9.6
Udsire...	5.2	6.0	12.7	10.7	8.8	10.7
Lister.....	4.3	7.1	14.6	10.7	9.2	13.5
Lindesness.....	4.9	6.0	13.9	11.5	9 1	12.9
Torungen.....	3.1	5.4	15.4	11.0	8.7	15.7

Pour plus de détails sur les observations de la Norwége, on pourra consulter un ouvrage de M. Mohn, publié à Christiania, en 1870, sous le titre : *Oversigt over Norges Klimatologi.* Pour les observations de l'Ecosse et des mers voisines, il faudra recourir au *Journal of the scottish meteorological society,* publié chaque année.

En Algérie, nous avons pour l'année 1872 les observations suivantes :

1872.	LA CALLE.			ALGER.			ORAN.		
	Max.	Min	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.
Janvier	14°6	13°5	14°2	14°8	13°8	14°2	15°8	13°2	14°6
Février	15.0	13.5	14.4	14.6	13.4	14.4	18.0	14 9	16.3
Mars	16 5	14.1	15 4	16.5	14.5	15.1	17.0	16.0	16.4
Avril	17.0	14.8	15.7	16.3	15.0	15.7	18.0	17.0	17 3
Mai	20.1	16.2	17.9	18.9	16.8	17.7	21.2	17.8	19.3
Juin	25.0	18 8	21.4	22.5	19.0	20.3	23.8	20.3	21.6
Juillet	24.7	21.1	23.7	25.2	19.4	22.5	27.5	22.0	25.5
Août	26.0	22.7	24.8	26 5	19.2	24.5	28.8	26 0	27.6
Septembre	25 4	23.2	24.3	25 0	20.5	22.5	28.3	23.5	26.7
Octobre	23.5	19 7	21.4	22.2	18.7	20.2	23.2	17.0	18.9
Novembre	20.1	17.0	18.3	19.0	15.4	16.8	17.0	14.0	15 9
Décembre	17.5	13 3	15.5	15 7	14.2	14.9	15.2	12.0	13.7
Hiver	17.5	13.3	14.6	15.7	13.4	14.5	18.0	12.0	14.8
Printemps	20.1	14.1	16.2	18.9	14.5	16.2	21.2	16.0	17.7
Eté	25.0	18.8	23.3	26 5	19.4	22.4	28.8	20.3	24.9
Automne	25.4	17.0	21.3	25.0	15.4	19.8	28.3	14.0	20.5
Année	25.4	13.3	18.8	26.5	13.4	18.3	28.8	12.0	19.4

La commission autrichienne de l'Adriatique a, de son côté, obtenu les températures moyennes indiquées ci-dessous aux profondeurs de un pied, de 10 mètres et de 30 mètres :

1872.	FIUME.			LESINA.			CORFOU.		
	0m 30	10m	40m	0m 30	10m	40m	0m 60	10m	27m
Janvier	9°0	9°5	9°8	12°7	12°7	13°2	12°5	13°7	16°0
Février	9.0	9.6	9.8	13.0	13.1	13.2	13.1	15.1	14.4
Mars	10.1	10.7	10.5	13.8	13.7	13.9	14.0	14.6	15.1
Avril	12.5	11.1	11.3	14.7	14.7	14.5	15.9	15.7	15.5
Mai	15.8	15.2	14.1	18.4	18.4	16.0	19.6	19.6	16.5
Juin	20.9	19.9	15.4	20.0	20.0	16.2	20.7	19.5	16.9
Juillet	24.2	22.3	16.8	23.5	21.5	15.6	25.2	24.2	17.5
Août	22.5	22.0	15.9	22.7	21.9	15.8	24.5	23.1	17.6
Septembre	21.3	20.6	14.9	22.0	18.6	17.0	23.9	23.6	20.2
Octobre	17.2	19.5	19.0	21.0	20.6	18.0	23.1	23.2	22.5
Novembre	14.7	17.2	16.9	19.6	19.5	19.4	21.2	21.5	21.5
Décembre	12.2	15.0	14.8	17.5	17.5	17.5	18.5	19.5	19.1
Hiver	10.1	11.4	11.5	14.4	14.4	14.6	14.6	16.1	16.5
Printemps	12.8	12 9	12.0	15.6	15.6	14.8	16.5	16 6	15.7
Eté	22.5	22.4	16.0	22.1	21.1	15.9	23.4	22.2	17.3
Automne	17.7	18 2	16.9	20.1	19.6	18 1	22 7	22.8	21.4
Année	15.8	16.0	14.1	18.3	17.7	15.9	19.3	18.7	17.7

Je me réserve de revenir avec de plus amples détails sur toutes ces observations dans un mémoire spécial relatif à la température de la Méditerranée, que je compte soumettre à la société météorologique de France. Ici, je me bornerai à faire remarquer que les observations prises à des profondeurs plus ou moins considérables exigent des instruments particuliers et demandent plus de soin, plus de temps surtout, que les observations à la surface ou à un mètre de profondeur. On voit cependant que la température varie d'une manière différente à des profondeurs plus ou moins considérables. Tandis qu'à la surface, elle atteint son maximum en été et son minimum en hiver, à une profondeur de 40 mètres, le maximum de température se présente seulement en automne. En été, la température des couches supérieures dépasse celle des couches inférieures, et en hiver, l'eau est plus chaude à 40 mètres de profondeur qu'à la surface. Quant aux variations annuelles, elles sont sensibles jusqu'à 300 ou 400 mètres de profondeur, alors que dans le sol, la température reste constante à moins de 30 mètres de la surface.

Sans m'étendre davantage sur cette question, j'espère que l'Association française pour l'avancement des sciences pourra s'accorder avec le congrès géographique international pour recommander, pendant quelques années du moins, l'étude de la température qui baigne nos côtes de France. Si ces observations ont pu être facilement installées sur le littoral de l'Adriatique, de l'Ecosse, de la Norwége, de l'Islande et de l'Allemagne, avec le concours des gardiens des phares et de l'administration de la marine, pourquoi n'en serait-il pas de même chez nous ? Les difficultés opposées à M. Le Verrier pour l'installation d'observations thermométriques au phare d'Ouessant ne doivent plus exister aujourd'hui. C'est là, du moins, l'avis des amiraux Paris et Fleuriot de l'Angle, auxquels j'ai eu l'honneur de soumettre ce projet. Dès maintenant, les observations pour la température à la surface doivent pouvoir être établies au feu flottant de Rochebonne, près de l'île de Ré. Elles pourraient l'être de même à la plupart des phares de nos côtes, tant sur le littoral de l'Océan et de la Manche que sur celui de la Méditerranée. L'Etat fournirait les instruments, et la Société météorologique s'occuperait de la publication des résultats, de l'organisation et du contrôle des observations par les inspections annuelles confiées à ses délégués, ou mieux encore aux ingénieurs chargés de l'inspection des phares. Pour le choix des stations, il s'agira de reconnaître les points où les influences locales ne donnent pas des écarts trop considérables. Le feu flottant de Rochebonne et le bateau-phare anglais mouillé à l'entrée de la Manche ne laisseront rien à désirer sous ce rapport et permettront de déterminer la portée des influences locales, soit au fond

des baies, soit près de l'embouchure des fleuves. Quant aux observations à des profondeurs considérables, elles ne pourront guère être faites que par des officiers de marine ou par des savants spéciaux. En somme, le salut de la patrie ne dépend pas des études que nous proposons ici, mais ces études serviront à éclaircir un point important de la physique du globe et ne seront pas dépourvues d'intérêt pratique.

M. PLASSIARD

Ingénieur en chef des ponts et chaussées, en retraite.

SUR LES LIGNES D'ÉGALE TEINTE

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 20 août 1875. —

M. PLASSIARD fait connaître les recherches qu'il a commencées sur les lignes d'égale teinte. Il a reconnu expérimentalement que, sur une surface mate, la normale au point qui paraît le plus lumineux, au *point blanc,* divise en deux parties égales l'angle du rayon éclairant avec le rayon visuel. Ce point occupe donc sur une surface mate la même position que le point brillant sur la même surface polie.

M. Plassiard décrit l'instrument qui a servi à établir ce résultat et qu'il compte employer pour la distribution méthodique des lignes d'égale teinte. Enfin il montre comment on peut simplifier le tracé de ces lignes et rendre *pratiquement* possible leur emploi par les dessinateurs.

M. GRIPON

Professeur à la Faculté des Sciences de Rennes.

EMPLOI DES LAMES DE COLLODION DANS LES EXPÉRIENCES D'OPTIQUE

— Séance du 21 août 1875. —

M. Gripon communique à la section et répète devant elle les diverses expériences qu'il a réalisées avec des lames de collodion.

On couvre une lame de verre d'une couche de collodion, comme si l'on voulait préparer un cliché négatif, en photographie. Lorsque la couche de collodion est bien sèche, on plonge la lame de verre dans l'eau, et quelques minutes après, on applique sur le collodion humide une feuille

de papier. On peut alors, en décollant les bords de la lame de collodion, la détacher complétement du verre. On la tend sur un cadre, en la collant par les bords, et on la laisse sécher. On obtient ainsi une membrane transparente, qui a le poli du verre, d'une épaisseur variable entre 0^{mm}, 01 et 0^{mm}, 1, et qui peut servir aux expériences suivantes.

Expériences d'acoustique. — Si on prépare un grand nombre de membranes de collodion, elles différeront par leur dimension, leur épaisseur, leur degré de tension et par suite, par le son qu'elles rendent, lorsqu'on les fait vibrer. On peut fixer au cadre qui les supporte un petit pendule formé d'une balle de sureau suspendue à un fil de cocon. En faisant résonner, à un mètre de distance, un tuyau d'orgue, un diapason monté sur la caisse résonnante, on trouvera certaines membranes qui vibreront sous l'influence des effluves sonores apportées par l'air ; leur pendule s'agitera avec force.

D'autres, au contraire, resteront inertes. Les premières seules sont à l'unisson du corps sonore.

Approchons l'une de celles-ci de la caisse du diapason, de manière à les placer à quelques centimètres de l'orifice de cette caisse, le son du diapason, qui avait un grand éclat, s'éteint immédiatement. Il renaît si on enlève la membrane ; il résonne avec son intensité primitive, si l'on place derrière la membrane, à une distance déterminée, mais variable, d'une membrane à l'autre, une petite planchette qui recouvre la membrane.

Dans ce cas, on a momentanément désaccordé la membrane, elle ne peut plus vibrer à l'unisson du diapason comme elle le faisait lorsqu'elle était libre ; la présence d'un corps solide placé dans son voisinage lui fait rendre un son plus grave que le son propre, plus grave que le son du diapason. Or, l'affaiblissement de ce son ne se produit que lorsque l'on substitue à la membrane qui est accordée sur cet instrument une autre membrane plus grave ou beaucoup plus aiguë. La condition essentielle à la réussite de l'expérience est que les deux sons, celui de la membrane et celui du diapason, soient très-voisins l'un de l'autre. De là vient que cette réussite est souvent subordonnée à l'état de l'atmosphère.

Si le degré d'humidité change, il en est de même de la tension de la membrane, et telle membrane qui éteignait le son d'un diapason cesse de le faire, si on la transporte dans une salle plus chaude ou plus humide.

Placé devant un tuyau d'orgue ouvert, une membrane accordée sur le son de ce tuyau change complétement le mode de vibration de ce tuyau ; le son rendu par la colonne d'air devient plus aigu, il en est de

même du son de la membrane, qui ne cesse pas de vibrer à l'unisson du tuyau, mais qui rend un son plus aigu que le son qu'elle rend naturellement. En modifiant les conditions d'embouchure du tuyau, en diminuant convenablement la pression de l'air de la soufflerie, on peut faire que le son du tuyau s'éteigne complétement, lorsqu'on place la membrane à un décimètre de l'orifice du tuyau, et ne se rétablisse que si on enlève la membrane.

Deux corps à l'unisson, la membrane et la colonne d'air, se font donc vibrer réciproquement, si on les place à une assez grande distance l'un de l'autre; mais si on augmente, en les rapprochant, la part d'influence mutuelle qu'ils peuvent exercer, leurs vibrations se contrarient, ils cessent de vibrer; ou bien, s'ils vibrent, ils rendent un son commun qui diffère du son qui leur appartient en propre, et qu'ils rendraient si on les faisait résonner isolément. La membrane désaccorde la colonne d'air, et c'est pour cela qu'elle empêche cette colonne d'air de renforcer le son d'un diapason, lorsqu'elle est renfermée dans la caisse résonnante de cet instrument (1).

Expé, iences relatives à la chaleur. — Les lames transparentes de collodion polarisent la lumière sous un angle d'incidence de 56° 30′, ce qui leur assigne un indice de réfraction de 1,51, voisin de celui du crownglass.

On peut construire avec de telles lames, empilées parallèlement les unes aux autres, des piles polarisantes qui présenteraient un inconvénient sérieux, si on voulait les faire servir aux expériences d'optique; la lumière directe du soleil les briserait; mais elles peuvent trouver leur emploi dans l'étude de la chaleur rayonnante. Elles sont plus diathermanes que les piles de mica; elles ne sont pas biréfringentes; on peut leur donner de grandes dimensions.

La diathermanéité des lames de collodion est très-grande pour la chaleur lumineuse; elles laissent alors passer les 0,91 de la chaleur incidente. Cette transparence décroît rapidement, si la température de la source de chaleur s'abaisse. Elles arrêtent les 0,3 de la chaleur provenant d'un vase noirci porté à 100° et la moitié du flux de chaleur émanant de ce vase, si la température n'est que 50°.

Expériences relatives à l'optique. — Lorsqu'on produit les membranes avec un collodion très-dilué, on peut les avoir assez minces pour présenter les colorations des anneaux de Newton. Le plus souvent, on n'obtient que les couleurs vertes ou rougeâtres des anneaux supérieurs.

(1) Voir mon mémoire dans les *Annales de physique et de chimie*, série IV, tome III.

Les lames plus minces donnant les vives couleurs des premiers anneaux sont fort difficiles à détacher du verre. Lorsqu'elles sont sur le verre, elles ne présentent aucune coloration remarquable; il faut les en détacher, les reporter sur des feuilles de papier pour voir apparaître des colorations, qui donnent au papier un aspect nacré d'une grande richesse de ton. Lorsque l'on applique l'une sur l'autre deux pareilles membranes, la couleur se trouve naturellement changée, et l'on pourrait, avec quelque adresse, produire avec ces membranes superposées, des dessins aux couleurs variées, qui rivaliseraient d'effet avec les papillons découpés dans une lame de sulfate de chaux, et que la lumière polarisée colore si brillamment.

On place deux lames de collodion à peu près parallèlement l'une à l'autre. La lumière diffuse qui tombe sur l'une d'elles se réfléchit sur la seconde, puis, après une seconde réflexion, arrive à l'œil. On voit alors la surface de la membrane sillonnée d'un grand nombre de franges d'interférence, comme dans l'expérience bien connue de Brewster. Les franges sont larges, bien rarement régulières. La plupart du temps, leurs bords, au lieu d'être rectilignes, sont découpés en zigzag. La surface du collodion, qui semble si unie quand on la regarde directement, semble comme moutonnée et couverte d'un grand nombre de petites rides. On sait que ces rides sont visibles sur le collodion pendant que l'éther s'évapore; notre expérience montre que la membrane sèche n'a pas partout la même épaisseur. Les deux surfaces, celle qui touchait le verre et celle qui s'est formée librement à l'air ne sont pas identiques, comme je l'avais déjà reconnu en cherchant à déterminer l'angle sous lequel le rayon réfléchi par la lame a la même intensité que le rayon réfracté correspondant. Cet angle varie notablement, suivant que l'on prend l'une ou l'autre surface pour surface réfléchissante.

La production des franges d'interférence dépendant de l'épaisseur des lames, et celle-ci étant en général irrégulière, le phénomène observé est local et change lorsqu'on déplace l'une ou l'autre des lames. Il peut disparaître si on associe des lames d'épaisseur fort différentes. Il se produit moins facilement avec des lames très-minces ou avec des lames très-épaisses.

Si on observe les anneaux colorés de Newton au travers d'une lame de collodion, dans une direction oblique ou encore par réflexion sur leur surface, on les voit entourés d'un grand nombre d'anneaux secondaires très-peu colorés, très-serrés, qui occupent la place des anneaux d'ordre élevé. Ils sont dus à de nouvelles interférences qu'éprouvent les deux rayons, réfléchis par l'appareil, lorsqu'ils traversent la lame de collodion, et qu'ils arrivent à l'œil, soit directement, soit après s'être

réfléchis sur les deux surfaces de la lame. Si l'appareil de Newton établit entre les deux rayons réfléchis une différence de marche de $n\frac{d}{2}$ et si le passage de ces rayons dans l'intérieur de la membrane donne une différence de marche de signe contraire et égale à la première, on devra avoir une frange médiane, brillante, bordée de chaque côté par des franges alternativement obscures et brillantes, et qui correspondront à des différentes résultantes représentées par un petit nombre de demi-longueurs d'ondulation.

Selon l'épaisseur de la lame de collodion, ce système d'anneaux secondaires sera plus ou moins distant du système normal. Tantôt les deux systèmes se rejoignent, tantôt il reste entre eux un espace où les franges sont peu ou point visibles.

On retrouve ces franges secondaires dans tous les phénomènes d'interférence de lumière naturelle ou polarisée, lorsqu'on introduit dans l'appareil une lame mince de collodion.

Prend-on pour miroir polarisateur une lame de collodion, on aura deux systèmes de rayons réfléchis sur chacune des surfaces de la lame et qui ont déjà contracté une différence de marche, représentée par le trajet oblique que l'un d'eux a fait dans l'intérieur de la lame. En recevant le faisceau polarisé sur un spath ou un quartz perpendiculaire à l'axe, puis sur un analyseur, on observe le système d'anneaux secondaires autour des anneaux ordinaires.

Avec le polariscope de Savart, on a, en général, trois systèmes de franges parallèles : l'un est le système normal ; les deux autres ont un éclat plus faible, les bords des franges sont ondulés en zigzag, les franges sont rarement régulières, le système normal se trouve entre les deux autres, que l'on fait apparaître successivement en inclinant le polariscope en deux sens opposés. Les franges secondaires font un certain angle avec le système central, cet angle dépend de la nature, de l'épaisseur du collodion, et change avec la portion de membrane que l'on emploie comme réflecteur. Quelquefois les deux systèmes ont leurs axes sensiblement perpendiculaires entre eux.

Ces franges secondaires ont été observées, depuis longtemps, par Fresnel, Arago, Stéfan. On les produit facilement en regardant les anneaux de Newton, par réflexion sur un second appareil de Newton, et on les explique comme nous l'avons dit ci-dessus, par la composition des différences de marche que les rayons éprouvent dans chacun des deux appareils.

On peut combiner ensemble un appareil de Newton et un des systèmes qui donnent, avec la lumière polarisée, des anneaux ou des franges. On les voit apparaître avec le spath et le quartz perpendiculaires. Le

polariscope de Savart fait voir d'une manière très-apparente des anneaux secondaires qui sont plutôt elliptiques que circulaires, et dont on ne voit bien que la moitié. Ils se montrent surtout lorsque les dernières franges du polariscope se projettent sur les derniers anneaux visibles, si on tourne le polariscope de manière à éloigner les franges des anneaux, les anneaux secondaires s'éloignent du centre des anneaux, ils deviennent plus petits, plus serrés, incolores et ils finissent par sortir du champ de la vision.

Si on interpose entre l'analyseur et l'appareil de Newton un système de quartz parallèles croisés donnant, comme on le sait, des franges hyperboliques, on obtient des anneaux secondaires très-nets et très-réguliers. On reçoit, comme toujours, la lumière sur l'appareil de Newton, sous l'angle de polarisation. Les franges hyperboliques dégénèrent, comme on le sait, en franges parallèles à l'asymptote, si on les observe loin du centre des hyperboles. Si l'asymptote passe alors par le centre des anneaux de Newton, on a de part et d'autre, deux systèmes égaux d'anneaux secondaires, excentriques par rapport aux anneaux normaux, et qui sont d'un bel effet, lorsqu'on emploie la lumière blanche, et qu'on les observe dans la partie où ils se superposent aux rayons ordinaires. Ces anneaux deviennent elliptiques, si on éloigne vers la gauche l'asymptote du centre des anneaux de Newton; on ne voit plus alors que le système de droite. Ces anneaux secondaires se resserrent, en augmentant de diamètre, à mesure que l'asymptote s'éloigne. Ils ne sont plus complets et semblent limités par l'asymptote. Ils la suivent dans son mouvement de progression vers la gauche. Lorsque celle-ci est très-éloignée du centre des anneaux de Newton, on retrouve des anneaux secondaires complets entre les deux systèmes de franges dus à l'interférence produite, d'une part, par l'appareil de Newton; d'autre part, par les quartz croisés.

On trouve théoriquement le lieu d'un anneau secondaire, celui qui correspond par exemple à une différence de marche déterminée, d'une demi-longueur d'ondulation, en cherchant l'intersection des groupes d'anneaux ordinaires et de franges hyperboliques, qui correspondent à des différences de marche représentées par deux nombres consécutifs de demi-longueur d'ondulation; par exemple le premier anneau brillant et la seconde frange hyperbolique brillante; le second anneau et la troisième frange, etc. Le calcul, dirigé dans ce sens, donne aux anneaux la forme elliptique ou circulaire, et rend compte des principales particularités révélées par l'expérience.

M. MORIDE

Chimiste, à Nantes,

DES SIPHOIDES INEXPLOSIBLES

Système Moride

DESTINÉS A CONTENIR ET DISTRIBUER SANS DANGER LES PÉTROLES ET LES LIQUIDES INFLAMMABLES OU DÉTONANTS

— Séance du 21 août 1875. —

Ayant eu, à plusieurs reprises, l'occasion d'éteindre dans des caves, au moyen d'injections d'ammoniaque, des incendies de pétrole et d'essences minérales qui auraient pu en se développant occasionner les plus grands désastres, nous avons été naturellement amené à nous préoccuper des causes qui les produisent et à chercher surtout les moyens de les prévenir.

Il est ressorti de ces études que, le plus souvent, ces sortes d'accidents proviennent :

1° De l'imprudence des débitants d'essences minérales, qui vont remplir leurs bidons dans des caves ou des magasins sombres alors que la tension des liquides renfermés dans les futailles est extrême. Ces liquides se dilatant, les gaz qui les surmontent occasionnent alors une telle pression que si l'on vient à ouvrir le robinet d'écoulement il y a projection au dehors du liquide comprimé sur les lumières, même placées à distance, de telle sorte que gaz et liquides s'enflamment tout à coup et quelquefois avec détonation en propageant l'incendie ;

2° Du remplissage, le soir, dans les magasins de lampistes ou d'épiciers, de bouteilles ou de bidons ;

3° Du bris, dans les ménages, des bouteilles renfermant des liquides inflammables, ou bien encore de l'imprudence de ménagères maladroites et des enfants qui, en alimentant les lampes, n'en ont pas suffisamment éloigné les chandelles ou les corps en combustion.

Profondément pénétré de ces vérités, nous avons cherché à remédier aux inconvénients signalés et à renfermer tous les liquides dangereux au point de vue de l'inflammabilité, ou de la détonation, dans des vases hermétiquement fermés et de capacités fractionnées qui puissent permettre de les contenir et de les distribuer sans danger.

C'est cet appareil, très-simple et facile à manier, dont nous donnons ci-contre la description. Il est construit d'après les principes suivants :

« Qu'un liquide ne peut s'écouler d'un vase hermétiquement fermé

» qu'autant qu'on lui ménage une issue, tout en opérant une pression » quelconque, soit au moyen d'un gaz, comme dans les siphons à eau » de Seltz, soit en y faisant arriver de l'air qui déplace le liquide;

» Qu'un liquide inflammable qui s'écoule d'un vase, qu'il ne remplit » pas en entier, ne peut, une fois enflammé, communiquer le feu à la » couche de liquide intérieure, ni à l'atmosphère des gaz qui pourrait » le recouvrir;

» Que lorsqu'on empêche, d'un même coup, au moyen de ressorts » mus par un levier, l'entrée de l'air et la sortie d'un liquide, l'écoule- » ment de ce liquide ne peut plus avoir lieu. »

Nos appareils peuvent être construits en bois, en terre cuite, en verre ou en métal. Ils peuvent affecter la forme de barils, de cruchons, de bouteilles ou de bidons. Ceux dont nous préconisons de préférence l'usage se composent d'un vase en métal (zinc ou fer-blanc), surmonté d'un robinet B qui en est la pièce principale; ce robinet est muni de deux soupapes C C′ (fig. 81), toutes les deux sont mises en action par les ressorts I I que fait jouer le levier P, qui les ouvre ou les ferme d'un même coup, de telle sorte que l'air entre dans le flacon par un tube recourbé O, tandis que le liquide s'écoule du même vase par le conduit D. En cas d'immobilité du levier toutes les issues sont fermées et rien, par conséquent, ne peut sortir de l'appareil.

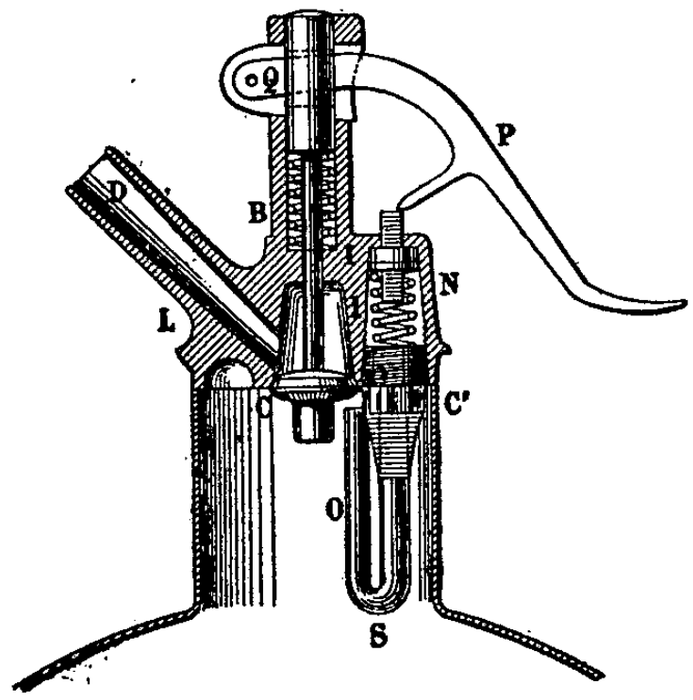


Fig. 81.

Quand on veut se servir de ce vase, on y adapte un petit entonnoir jaugé à douille inclinée, par lequel on verse les liquides carburés, qui, si l'on pèse sur le levier P, pénètrent dans le vase avec facilité et promptitude. L'air s'en échappe en même temps.

Une fois le vase rempli, s'il s'agit de le vider, on l'incline horizontalement, on presse du pouce le levier P, les ressorts II cèdent, les sou-

papes C C′ s'ouvrent, l'air s'introduit dans le corps de l'appareil par le tube recourbé O, en traversant un joint hydraulique S et déplace ainsi le liquide, qui s'écoule par l'orifice inférieur D, tandis que si l'on abandonne du doigt le levier P, les ressorts II se détendent et ferment toutes issues soit à l'air, soit aux gaz, soit aux liquides, de telle sorte que le feu venant à prendre à un jet d'éther ou d'essences minérales s'échappant de notre appareil, dès qu'on lâche le levier le feu s'éteint, même si l'on jette loin de soi le cruchon couvert de flammes. (Rapport de M. Troost de la Société d'encouragement, expériences faites à Nantes devant la commission municipale et devant les membres du Congrès scientifique de 1875.)

Nos vases sont donc principalement destinés à emmagasiner par fractions et à distribuer avec toute sécurité les liquides dangereux à manier, tels que les éthers, les alcools, les essences minérales et végétales, et enfin les sulfures de carbone.

Comme on le voit, d'après ce qui précède, il serait à désirer que l'emploi de ces appareils devînt général ; on éviterait de cette manière les ennuis que présente le transport du pétrole et son emploi. En effet, chaque marchand ou consommateur n'adapterait alors le levier mobile P qu'au moment de s'en servir et le retirerait aussitôt.

Les liquides en sortant de nos appareils ne font pas nappe sur le vase et les mains. En distribuant ainsi les essences minérales par petites fractions, on éviterait d'accumuler dans les villes et les lieux habités, de grandes quantités de matières dangereuses.

Le siphoïde Moride ne nécessite aucune réparation ; comme nous l'avons dit, plus haut, il peut être fabriqué en fer-blanc ou en zinc, c'est-à-dire à bon marché : il fonctionne avec une grande régularité et à l'aide du petit levier que l'on retire ou adapte à volonté, il se trouve à l'abri des imprudences des domestiques, des enfants et même des mal-veillants.

Notre invention ne se borne pas seulement à l'application de nos robinets aux siphoïdes, nous avons encore voulu l'utiliser pour l'emmagasinage et le transport de ces matières, soit par navire, soit par chemin de fer.

Voici l'appareil dont nous nous servons dans le premier cas (fig.82). Il se compose de deux bassins en tôle plombée M N superposés. Le bassin supérieur est d'une capacité de 60 litres, l'inférieur est d'une contenance de 5 à 6 litres, ce dernier est muni d'un indicateur gradué, qui lui est spécial pour juger des quantités de liquides qu'il reçoit ou distribue ; tandis que le réservoir supérieur est pourvu de trois bouchons métalliques à vis, le premier de ces bouchons E est destiné à l'introduction des hydrocarbures ; le second F′ à l'introduction de l'air dans l'appareil ; le troisième F″ au jeu de l'air et des gaz passant de M dans

N et réciproquement, de telle sorte que, si le vide se fait dans l'appareil, l'air s'y introduit, tandis que dans le cas contraire, où l'air ou les vapeurs des liquides sont en tension, ce sont eux qui servent au déplacement des liquides entre M et N, de telle façon que ces liquides ne se trouvent pas en rapports directs avec l'atmosphère ambiante; il en résulte que, dans un incendie, le réservoir supérieur se trouve complétement isolé du second et que 6 litres de liquide sont donc seuls exposés à l'atteinte du feu, encore notre robinet les en préserve-t-il complétement.

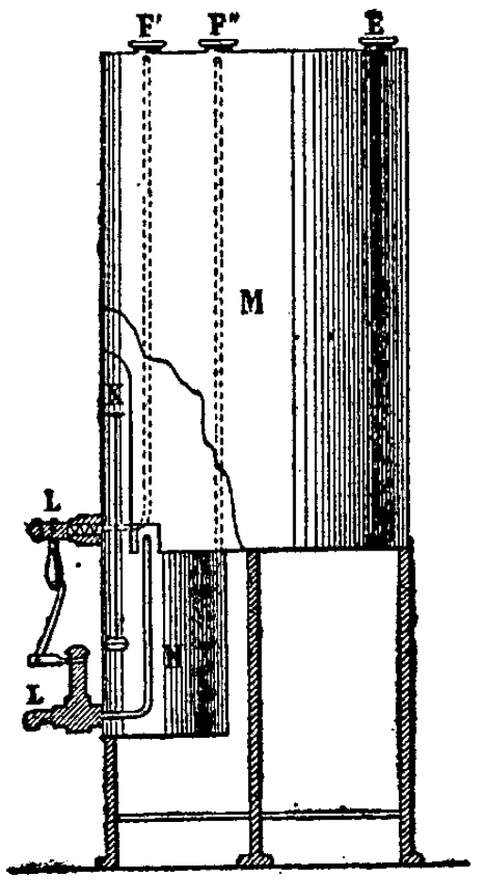


Fig. 82.

Nos appareils doivent encore rendre de grands services aux expéditeurs de liquides dangereux, qui voudront les appliquer aux vases de terre, de verre et surtout aux futailles de bois ou de métal de toutes dimensions qu'ils ont l'habitude d'employer.

Les barils ou futailles sont, dans ce cas, munis d'une bonde à vis qui se place sur la futaille mise debout, au moment de son départ.

Quand elle arrive à destination, l'acheteur enlève la vis qui ferme au moyen d'une clé; puis, il la remplace par notre appareil à tube incliné et robinet qui permet alors de coucher la futaille pour en utiliser le contenu en fractions, sans craindre aucunement le feu ou que des explosions de gaz dilatés puissent se produire et occasionner des désastres terribles et analogues à ceux que les journaux enregistrent chaque jour.

M. A. CORNU

Ingénieur des mines, Professeur à l'École polytechnique.

PROPRIÉTÉS FOCALES DES RÉSEAUX

EXTRAIT

— Séance du 21 août 1875. —

M. CORNU expose succinctement les résultats de ses études sur les *propriétés focales des réseaux.*

On sait qu'un trait fin, de même qu'une fente mince, diffracte la lumière dans une infinité de directions. On peut se proposer d'utiliser cette propriété pour concentrer suivant un point ou une ligne donnée, les ondes diffractées par un système de traits sombres ou clairs, système que par extension nous appellerons un *réseau.*

Le problème ainsi posé est indéterminé ; il est utile de simplifier les données pour obtenir des résultats susceptibles de vérifications expérimentales directes. On s'imposera, dans ce qui va suivre, les conditions suivantes :

1° La source lumineuse est un point situé à l'infini ; par conséquent les ondes incidentes sont planes et parallèles ;

2° Le réseau de traits est plan et parallèle aux ondes incidentes ;

3° Chaque trait individuellement est assujetti à émettre dans le plan normal à chacun de ses éléments des ondes concordantes entre elles et avec celles des autres traits, suivant la ligne focale donnée.

1° *Cas d'un point focal.*

Chaque trait, devant sur toute la longueur envoyer dans une direction normale à chaque élément des ondes concordantes, est évidemment un cercle ayant pour pôle le point focal demandé. Les divers cercles doivent, pour donner des mouvements vibratoires concordants, être situés à des distances du point focal différant d'une longueur d'onde λ ou d'un multiple m positif ou négatif de cette longueur. Tous les cercles satisfaisant à ces conditions seront donc formés par l'intersection d'une série de sphères dont les rayons r varient en progression arithmétique dont la raison est $m\lambda$

$$r = r_0 + n \times m\lambda$$

n étant un nombre entier positif ou négatif comme m.

Le rayon x_n du cercle d'ordre n satisfait à la relation

$$x_n^2 = f^2 + r^2 = f^2 + r_0^2 + 2r_0 nm\lambda + n^2m^2\lambda^2$$

f étant la distance focale donnée.

On pourra choisir r_0 et n de façon à ce que r_0 diffère aussi peu que possible de f, minimum que dans aucun cas le rayon de la sphère ne peut dépasser : n est alors toujours positif ; il représente le numéro d'ordre des traits comptés à partir du centre.

On peut négliger $m^2n^2\lambda^2$ devant $2r_onm\lambda$, c'est-à-dire $mn\lambda$ devant $2r_o$ ou $2f$, par conséquent les rayons des cercles successifs suivent la même loi que ceux des anneaux colorés. La différence des carrés des rayons de deux cercles successifs $x_{n+1}^2 - x_n^2$ est constant et égale à $2r_om\lambda$ ou sensiblement $2fm\lambda$.

On reconnaît ainsi que, pour un système de traits circulaires donné, caractérisé par la différence δ^2 des carrés des rayons successifs, la distance focale f est représentée par la relation

$$f = \frac{\delta^2}{2m\lambda}$$

expression qui montre qu'outre le foyer donné il en existe une infinité d'autres réels et virtuels, c'est-à-dire convergents et divergents (car m est positif ou négatif), symétriquement placés de part et d'autre du plan du réseau et dont les distances à ce plan varient comme l'inverse des nombres entiers.

Ces distances focales varient avec la couleur de la lumière employée, en raison inverse de la lumière d'onde.

L'expérience vérifie aisément ces conclusions : on obtient de semblables réseaux en traçant au diamant des traits sur une glace ou avec une pointe des traits brillants sur une glace enfumée. Il est plus simple encore d'obtenir ces réseaux par le moyen de la photographie en réduisant une épure représentant les traits à une grande échelle.

Avec un semblable réseau l'image de la source lumineuse est un point ; or, comme une légère obliquité de l'onde incidente sur le plan du réseau n'altère pas les conditions de concordance sur une perpendiculaire à l'onde passant par le centre des traits, on obtient de véritables images focales qui ressemblent à celles des lentilles ; elles en diffèrent par la loi de dispersion des couleurs et la multiplicité des foyers.

Une analyse analogue appliquée au cas où le point lumineux est à distance finie montre que la loi des foyers conjugués s'applique aussi à chacun des foyers principaux φ du réseau.

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{\varphi} \text{ avec } \varphi = \frac{\delta^2}{2m\lambda}$$

2° *Cas d'une ligne focale quelconque.*

On se donne une courbe quelconque plane ou gauche et on demande que les ondes diffractées normalement par chaque élément aillent concorder suivant la courbe donnée.

Considérons un point de la ligne focale : en ce point viennent concorder les ondes diffractées normalement par une série d'éléments appartenant à chaque trait ; il est facile de voir à quelle condition satisfont tous les éléments qui envoient de la lumière au point donné. Les plans normaux à ces éléments passant par le point focal passent aussi par la perpendiculaire abaissée de ce point sur le plan du réseau ; les normales à tous ces éléments concourent donc au pied de cette perpendiculaire. Ces éléments sont donc tangents à des cercles concentriques qui satisfont aux conditions énoncées précédemment, c'est-à-dire qui sont les intersections de sphères concentriques dont les rayons varient en progression arithmétique.

Pour le point infiniment voisin de la ligne focale, la concordance doit encore exister non-seulement pour tous les éléments qui concourent à sa formation, mais encore être telle qu'il n'y ait aucun changement de phase relativement aux points voisins. Ce sont donc les mêmes sphères concentriques qui définissent par leurs points de contact les éléments cherchés, seulement le centre de ces sphères s'est déplacé le long de la courbe focale donnée.

De cette construction on conclut que les traits sont les enveloppes de cercles, sections planes de ces sphères, dont le centre glisse sur la courbe focale.

Ou, sous une forme plus élégante, on peut dire *que les traits d'un réseau plan donnant une ligne focale par diffraction d'une onde plane parallèle au plan du réseau sont les intersections d'une série de la surface-canal ayant la même ligne directrice, à savoir, la ligne focale donnée, et pour sphères génératrices une série de sphères dont les rayons varient en progression arithmétique; la raison de cette progression étant un multiple positif ou négatif de la longueur d'ondulation de la lumière employée.*

Il y a de même une infinité de foyers réels et virtuels de différents ordres, symétriques par rapport au plan du réseau; on les obtient en abaissant de chaque point de la courbe focale principale des perpendiculaires; en subdivisant chacune de ces perpendiculaires en 1, 2, 3... parties égales, le premier point de division à partir du réseau donne les foyers successifs. Les courbes focales de divers ordres sont donc déformées, les abscisses restent les mêmes, mais les ordonnées sont proportionnelles.

Si les ondes, au lieu d'être rigoureusement planes et parallèles au plan du réseau, étaient légèrement obliques ou sphériques, les propriétés focales s'appliqueraient encore : la courbe focale s'obtiendrait en remplaçant chaque perpendiculaire par une oblique passant par son pied et par le point lumineux et en portant sur chaque oblique la distance focale conjuguée suivant la règle indiquée précédemment.

M. Cornu répète devant la section quelques expériences vérifiant ces résultats : les réseaux qu'il met sous les yeux de la section ont été obtenus par réduction photographique d'épures convenablement tracées. L'un de ces réseaux donne pour ligne focale une droite, l'autre un cercle, parallèles au plan des traits. Les *surfaces-canal* dont les traits dérivent dans ces cas correspondent à un *cylindre et à un tore*. L'expérience, exécutée avec la lumière solaire réfléchie sur un miroir convexe placé à une grande distance, réussit d'une manière complète. Dans le cas de l'image circulaire, la dispersion produit dans les images une variété de couleurs très-curieuses : examinée avec un verre rouge, l'image focale perd sa dispersion et il ne reste que le phénomène de multiplicité du foyer analogue à celle décrite dans l'analyse du premier problème.

M. MASCART

Professeur au Collége de France.

CONDENSATION RÉSULTANT DE LA DÉTENTE DE L'AIR HUMIDE

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 21 août 1875. —

M. Mascart montre quelques expériences très-curieuses sur la condensation résultant de la détente de l'air humide.

Si l'on met un peu d'eau au fond d'un flacon, et que l'on ferme ce flacon par un tube de verre terminé par une poire de caoutchouc, on a un espace clos qui ne tarde pas à être saturé d'humidité. En pressant sur la poire, on élève la température, donc il ne peut y avoir condensation. Mais en laissant la poire reprendre, par son élasticité, sa forme primitive, l'air se détend, par suite se refroidit, et il se produit généralement une condensation. Toutefois, il arrive souvent que la condensation n'a pas lieu ; elle ne se produit pas davantage quand on renouvelle l'atmosphère du flacon avec de l'air filtré par du coton, mais l'air ordinaire provoque toujours la formation de très-beaux nuages. Il en est de même avec la fumée de tabac ou les gaz provenant d'une combustion quelconque. Cette expérience, due à M. Coulier, semble indiquer que la production de ces nuages est due aux poussières en suspension dans l'air.

M. Mascart a reconnu que les poussières de l'air ne sont pas la cause unique de ce phénomène, et que des traces d'ozone rendent à l'air devenu inactif la propriété de provoquer la condensation de la vapeur d'eau. Pour s'en assurer, il suffit de faire passer pendant quelques instants autour du flacon en expérience une série d'étincelles électriques ; la petite quantité d'ozone ainsi produite dans le flacon par influence fait apparaître des nuages abondants au moment de la détente du gaz.

Peut-être les belles expériences que nous venons d'indiquer auront-elles quelque utilité pour expliquer la formation des nuages.

M. H.-W. JACKSON

de Londres.

DE L'OBSERVATION DES ÉTOILES FILANTES ET DES ERREURS DONT ON A A SE GARDER DANS LE COMPTE RENDU DE CES OBSERVATIONS

— Séance du 21 août 1875. —

L'Association française pour l'avancement des sciences ayant été établie, de même que l'Association anglaise, dans le but de donner une

impulsion plus vigoureuse et une direction plus systématique à la recherche approfondie de la science, et afin d'obtenir une idée plus générale de l'objet qu'elle se propose, je me hasarde à signaler à ceux qui sont en quête d'un sujet d'étude, ce qu'une observation attentive des météores pourrait fournir d'informations précieuses à l'astronomie.

Depuis la découverte faite par Schiaparelli, des rapports qui existent entre les comètes et les étoiles filantes, la curiosité et l'intérêt publics ont été excités au plus haut point. Dans toutes les parties du monde, des observateurs-amateurs rendent de grands services en étudiant avec soin et en suivant la marche des météores.

Ce travail convient essentiellement à l'observateur-amateur, car les occupations ordinaires de l'astronome de profession l'empêchent de donner beaucoup de son temps à l'étude de ces parties éloignées de sa science.

Je demande donc la permission de m'adresser à ceux qui désireraient étudier l'astronomie météorique, et qui seraient heureux de connaître les erreurs qu'ils ont à éviter lorsqu'ils décrivent leurs observations.

Tout d'abord, l'observateur-amateur doit s'étudier à maîtriser son émotion, car les émotions de l'étonnement et de la crainte sont une source d'exagération, et je crois que c'est du côté de l'exagération que les erreurs commises dans l'observation des météores se trouvent généralement.

Les descriptions que l'on donne d'étoiles filantes tombant aussi dru que des flocons de neige, ne sont point acceptées par l'astronomie, et le langage extravagant et ampoulé que les narrateurs de ces récits emploient généralement, montre combien est puissant en eux l'élément sensitif. Il n'est, en effet, pas très-vraisemblable que le nombre des météores vus par une nuit étoilée, soit exagéré par un observateur qui essaierait sérieusement de les compter.

Les observations devraient être confiées immédiatement au papier; celles que l'on ne consigne que quelques heures après qu'elles ont été faites sont souvent d'une exactitude douteuse.

On doit noter avec soin la marche de tout météore, par rapport aux étoiles ou aux autres objets visibles qui lui sont, selon les apparences, contigus. Si l'on n'a point sous la main une bonne carte du ciel, il vaudra probablement mieux faire sur papier une esquisse approximativement exacte de la route suivie par le météore. Quelques points et quelques lignes serviront à figurer les objets adjacents, tels que étoiles, arbres, maisons, etc.

La courbe (s'il y en a une) décrite par le météore doit être tracée, et l'on doit résister à la tentation incontestable que l'on éprouve d'ajouter un peu à chacune des extrémités de la ligne.

Lorsque les étoiles filantes sont plus nombreuses que d'habitude, on observe qu'elles traversent le ciel en suivant des directions qui divergent d'un point ou centre commun, appelé point rayonnant. Ce point a une place bien définie dans l'une des constellations qui sont alors visibles au dessus de l'horizon, et il est de la plus grande importance de noter sa position avec exactitude.

Si l'on ne peut se procurer une carte du ciel assez grande pour permettre à l'observateur de suivre la marche rétrograde des météores, l'œil devra tâcher de juger de la position du point rayonnant avec autant d'exactitude que possible pendant la durée de la chute.

C'est aux époques indiquées ci-après que les météores sont principalement nombreux, et qu'il importe de déterminer avec soin leur point rayonnant :

Janvier	1 — 2			Octobre	16 — 25
—	28 — 29			Novembre	13 — 14
Avril	19 — 20			—	24 — 27
—	28 au 3	Mai		Décembre	11 — 13
Août	9 — 10			—	24 — 25

La durée en secondes du passage du météore devrait être établie ensuite. Une fois de plus l'erreur est possible ici, et probablement on exagérera la durée de la chute. Un chronomètre ou une pendule marquant les secondes, et dont le tic-tac serait assez fort pour qu'on l'entendît distinctement, empêcherait bien des erreurs sur ce point.

La grandeur et l'éclat apparents doivent être ensuite comparés à la grandeur et à l'éclat apparents de quelque grande étoile, ou à ceux de Jupiter, de Vénus ou de la Lune. Ici encore l'émotion, dont l'influence sur les esprits inexpérimentés est si grande, doit être évitée. Il ne faut pas oublier que l'éclat ne doit pas être confondu avec la grandeur, et que les étoiles filantes qui sont en apparence beaucoup plus grandes et plus brillantes que Vénus lorsqu'elle est dans tout son éclat, sont vues très-rarement.

On peut ensuite étudier l'aspect général du météore, sa couleur, sa marche, etc.

A moins de prendre les plus grandes précautions, il est presque certain que l'on commettra une erreur si l'on prend le zénith ou l'horizon comme point de repère. Il est en effet de la plus grande difficulté d'indiquer, même à plusieurs degrés près, le point du ciel situé exactement au dessus de notre tête ; et l'augmentation apparente que les constellations et tous les corps célestes subissent lorsqu'ils se trouvent au

dessus ou près de l'horizon, doit être prise en considération lorsque l'on calcule quelque distance dans cette région.

Le diamètre apparent de la lune peut être employé comme une mesure pour donner la distance apparente d'un météore à une étoile ou à une planète, mais il est bon de savoir que le demi-degré que la lune occupe dans le ciel peut facilement être estimé deux ou trois fois plus grand qu'il ne l'est en réalité.

Enfin, dans le cas des météores *sporadiques*, l'exactitude dans la consignation du moment de la chute n'est pas nécessaire ; mais il est toutefois de la plus grande importance, durant les chutes d'étoiles, d'établir le temps moyen de l'apparition à une demi-minute ou une minute près.

M. HUREAU DE VILLENEUVE

Secrétaire général de la Société de Navigation aérienne.

FORMATION DES NUAGES

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 23 août 1875. —

M. HUREAU DE VILLENEUVE lit une note sur la formation des nuages. Il rappelle d'abord les deux lois suivantes, résultant des observations de Sivel et Crocé-Spinelli :

1° Lorsque le ciel est couvert de *nimbus* et de *cumulus*, il y a nécessairement deux courants d'air de sens différents, ou de même sens et de vitesses différentes.

2° Si le ciel est sans nuages, ou bien ne contient que des *cirrus*, il n'y a le plus souvent qu'un seul sens de courant.

L'auteur de la note, rappelant que l'on ignore jusqu'ici la théorie de la formation des nuages, croit qu'ils sont dus au frottement de deux couches d'air d'état hygrométrique différent.

Puis il est amené à la détermination de la vitesse angulaire des nuages. Pour faire cette détermination, il prend une boule de verre argenté, sur laquelle il trace à l'encre un équateur et des méridiens équidistants ; il place sa sphère de telle sorte que, l'axe étant horizontal, le nuage soit vu par réflexion se déplacer suivant l'équateur tracé, et alors le temps qu'il met à aller d'un méridien au suivant donne la vitesse angulaire. Quant à la vitesse absolue, elle est beaucoup plus difficile à déterminer par des procédés simples.

M. Th. ANDREWS

Professeur au Queen's college, à Belfast.

EXPÉRIENCES SUR LES GAZ A DE HAUTES PRESSIONS ET A DIVERSES TEMPÉRATURES

— Séance du 23 août 1875. —

L'auteur rappelle en quelques mots la description de l'appareil dont il s'est servi pour étudier avec précision les effets des pressions élevées sur les gaz. Cet appareil consiste en un petit réservoir en laiton, rempli d'eau, sur laquelle on exerce une pression énergique au moyen d'une vis traversant une boîte à cuir; le gaz à expérimenter est contenu dans un tube capillaire vertical, fixé au réservoir, scellé dans le haut et fermé dans le bas par une colonne de mercure; un second tube, plein d'air ou d'hydrogène, et fixé au même réservoir, sert de manomètre; on peut faire circuler de l'eau à diverses températures, ou même des vapeurs telles que celles de l'alcool méthylique ou de l'eau, autour du tube contenant le gaz, tandis qu'un courant d'eau tirée d'un grand réservoir à température fixe circule autour du tube manométrique; le corps même de l'appareil se trouve dans une cuve d'eau pour que sa température soit stationnaire pendant la durée de l'expérience (voir : *Annales de chimie et de physique,* t. XXI, p. 208).

L'expérience démontre qu'il existe pour chaque gaz une température spéciale, dite *point critique,* au dessus de laquelle le gaz ne peut plus être liquéfié, quelle que soit la pression à laquelle il est soumis. Pour l'acide carbonique, cette température est de 30° 92.

Le gaz étant maintenu à une température inférieure au point critique, si l'on exerce sur lui une pression croissante, il arrive un moment où, comme toutes les vapeurs, il se transforme brusquement en liquide.

On peut aussi suivre une marche différente : on commence par comprimer le gaz à une température supérieure au point critique; puis, maintenant la pression constante, on abaisse progressivement la température. L'expérience ainsi conduite présente des résultats remarquables, il n'y a plus de passage subit de l'état gazeux à l'état liquide; l'évolution se fait graduellement et par degrés insensibles dans toute la masse du gaz; de sorte que l'on ne peut savoir, à un moment donné, si la matière est liquide ou gazeuse.

Voici les pressions de liquéfaction de l'acide carbonique à diverses températures, résultats extraits de nombreuses expériences :

Températures.	Pressions (manom. à air).
0° centig.	35,04 atmosph.
5,45	40,44
11,45	47,04
16,92	53,77
22,22	61,13
25,39	65,78
28,30	70,39

Les lois ordinaires de compressibilité et de dilatation par la chaleur sont profondément modifiées lorsqu'il s'agit de gaz à hautes pressions.

Loi de Boyle ou de Mariotte. — Le tableau suivant résume quelques-uns des résultats d'expériences obtenus avec l'acide carbonique. Aux basses températures, inférieures au point critique, on est arrêté par la condensation dans l'application des hautes pressions; le même obstacle n'existe pas pour les températures élevées et l'on a pu pousser la pression jusqu'à 223 atm.

Dans le tableau suivant :

p est la pression en atmosph. donnée par le manomètre à air.

t' la température de l'acide carbonique.

ε le rapport du volume du gaz à t' et sous la pression p, comparé au volume à la même température et sous la pression d'une atmosph.

θ est le volume qu'occupe, à la température t' et sous la pression p, l'unité de volume d'acide carbonique mesurée à 0° et sous la pression de 760$^{m}/_{m}$.

Acide carbonique à 6°,7.

p at.	t' 0	ε	θ
13,22	6,90	$\frac{1}{14,36}$	0,07143
20,10	6,79	$\frac{1}{23,01}$	0,04456
24,81	6,73	$\frac{1}{29,60}$	0,03462
31,06	6,62	$\frac{1}{39,57}$	0,02589
40,11	6,59	$\frac{1}{58,40}$	0,01754

Acide carbonique à 63°,7.	16,96	63,97	$\frac{1}{17,85}$	0,06931
	54,33	63,57	$\frac{1}{66,06}$	0,01871
	106,88	63,75	$\frac{1}{185,9}$	0,00665
	145,54	63,70	$\frac{1}{327,3}$	0,00378
	222,92	63,82	$\frac{1}{446,9}$	0,00277
Acide carbonique à 100°.	16,80	100,38	$\frac{1}{17,33}$	0,07914
	53,81	100,33	$\frac{1}{60,22}$	0,02278
	105,69	100,37	$\frac{1}{137,1}$	0,01001
	145,44	99,46	$\frac{1}{218,9}$	0,00625
	223,57	99,44	$\frac{1}{380,9}$	0,00359

La courbe représentant les volumes en fonction des pressions s'approche d'autant plus de celle d'un gaz parfait que la température est plus élevée, tout en restant toujours beaucoup au dessous. Ainsi à 637°, une pression de 223 atm. réduit le volume initial à $\frac{1}{447}$, soit à la moitié de ce qui résulterait de la loi de Boyle ; à 100°, sous la même pression, le volume est réduit à $\frac{1}{381}$. On peut conjecturer, par analogie, que les gaz dits permanents ont leur point critique bien au dessous des plus basses températures qu'on a pu produire jusqu'à ce jour.

Loi de Gay-Lussac. — Le coefficient de dilatation de l'acide carbonique par la chaleur, à pression constante, sous la pression atmosphérique, et rapporté au volume du gaz à 6°, est :

$$\alpha = 0{,}003629$$

Les mesures prises sur le même gaz à haute pression donnent des résultats tout différents :

A la pression de 22,26 atm. en rapportant les volumes à celui du gaz à 6°,05, et à la même pression, on trouve :

$\alpha = 0{,}005499$ entre 6°,05 et 63°,79
$\alpha = 0{,}005081$ entre 63°,79 et 100°,1

A la pression de 31,06 atm., les volumes rapportés à celui du gaz à 6°,62, on a :

$\alpha = 0{,}006826$ entre 6°,62 et 63°,83
$\alpha = 0{,}005876$ entre 63°,83 et 100°,64

A la pression 40,06 atm., les volumes rapportés à celui du gaz à 6°,01, on obtient :

$\alpha = 0{,}009481$ entre 6°,01 et 63°,64
$\alpha = 0{,}007194$ entre 63°,64 et 100°,60

Ainsi, entre 6° et 64° le coefficient de dilatation est plus de 1 fois $\frac{1}{2}$ plus grand à 22 atm. et plus de 2 $\frac{1}{2}$ fois plus grand à 40 atm. qu'à la pression atmosphérique.

On voit aussi que le coefficient de dilatation diminue quand la température s'élève.

L'étude des coefficients de dilatation, mesurés *sous volume constant* au moyen des forces élastiques, conduit à des conséquences analogues :

Un mélange de 11 vol. d'acide carbonique et 1 vol. d'air donne les chiffres suivants, sous volume constant :

En prenant comme unité le volume à 13°,70 et 22,90 atm., on a :

$\alpha = 0{,}004604$ entre 13°,70 (22,90 atm.) et 40°,63 (25,74 atm.)
$\alpha = 0{,}004367$ entre 40°,63 (25,74 atm.) et 99°,73 (31,65 atm.)

Une autre série d'expériences donne :

$\alpha = 0{,}005067$ entre 13°,70 (31,18 atm.) et 40°,66 (35,44 atm.)
$\alpha = 0{,}004804$ entre 40°,66 (35,44 atm.) et 99°,75 (44,29 atm.)

A 13°,70 et sous la pression atmosphérique, on a :

$\alpha = 0{,}003513$

Loi de Dalton. — L'étude des effets de la compression sur des gaz mélangés a conduit à des résultats importants au double point de vue scientifique et pratique. Si l'on prend un mélange de deux gaz, dont l'un peut être liquéfié tandis que l'autre n'est pas condensable, on trouve que le point critique du gaz condensable s'abaisse, et s'abaisse d'autant plus que le mélange contient plus de gaz non condensable. C'est ainsi que dans un mélange de 3 vol. d'acide carbonique et de 4 volumes d'azote, aucun liquide n'apparaît à une pression quelconque, jusqu'à ce que la température soit abaissée vers – 20° centigr. L'addition à l'acide carbonique de $^1/_{10}$ de son vol. d'azote suffit pour abaisser de plusieurs degrés le point critique.

Dans toutes ces expériences, les pressions ont été mesurées au moyen

du manomètre à air ou à hydrogène. Ces indications doivent sans doute subir des corrections importantes; de nouvelles expériences sont en préparation pour mesurer directement au moyen d'une colonne de mercure les effets de la compression sur les gaz; elles permettront de pousser la pression jusqu'à 500 et 1000 atmosphères.

M. LAISANT

Capitaine, Chef du génie, à Tlemcen.

SERVICE MÉTÉOROLOGIQUE EN ALGÉRIE

— Séance du 23 août 1875. —

Absolument étranger aux études météorologiques jusqu'à ces derniers temps, je fus appelé en Algérie vers le commencement de l'année 1875, et je me trouvai conduit à coopérer dans une certaine mesure à l'établissement et à la direction de quelques stations météorologiques dans la chefferie de Tlemcen. Il était impossible de prendre une part, même faible, à cette organisation, sans être frappé de l'importance réelle qu'elle présente. Il est très-remarquable qu'avec de si faibles moyens, dans des conditions souvent très-difficiles, on soit parvenu aux résultats obtenus aujourd'hui. Ces résultats sont dus au général Farre pour une bonne part, et aussi au capitaine du génie Brocard, chargé du bureau central météorologique d'Alger, et qui le dirige avec une intelligence et un dévouement bien dignes d'éloges.

Cependant, cette organisation, assez récente, n'est pas connue en France aussi complétement qu'elle mériterait de l'être. C'est ce qui me décida dernièrement à demander au général Farre s'il ne jugerait pas opportun de communiquer au Congrès de l'Association française une notice indiquant à grands traits l'organisation du service et les principaux résultats acquis. Il voulut bien entrer dans cet ordre d'idées; je ne suis donc auprès de vous qu'un simple intermédiaire.

Pour me servir en quelque sorte d'introduction, je ne saurais mieux faire que de reproduire quelques passages de la lettre d'envoi que le général Farre a jointe à sa notice :

« J'ai l'honneur de vous adresser la notice sur le service météorologique algé-
» rien que vous m'avez demandée à votre passage à Alger. Je souhaite que les
» détails qu'elle donne sur cette installation nouvelle, que nous nous efforçons de
» compléter, puisse intéresser le Congrès de Nantes. Avec bien peu de dépenses et
» une persévérante volonté, nous sommes arrivés, sinon à la perfection, bien loin
» de là, du moins à une situation qui donne de belles espérances et fournit déjà
» un ensemble suivi d'observations qui peuvent inspirer confiance. »

En même temps que cette lettre et que la notice dont je dois vous donner lecture, le général Farre m'a envoyé une série de documents relatifs au service météorologique algérien. J'ai l'honneur d'en faire hommage, en son nom, à l'Association française pour l'avancement des sciences, et je les dépose sur le bureau de la section de physique.

M. LE GÉNÉRAL FARRE

NOTICE SUR LE SERVICE MÉTÉOROLOGIQUE DU GOUVERNEMENT GÉNÉRAL DE L'ALGÉRIE

— Séance du 23 août 1875. —

Parmi les progrès accomplis dans l'étude des sciences d'observation pendant le XIX^e^ siècle, ceux qu'on aura faits dans les sciences météorologiques pourront, sans contredit, compter au nombre des plus remarquables. Lorsque, dans un avenir encore éloigné, l'historien, jetant un regard sur le passé, cherchera à faire connaître la succession des faits acquis à la météorologie, il sera très-intéressant de reconnaître avec lui comment cette science a modestement débuté, comment elle s'est accréditée auprès de tous, et comment enfin elle est devenue la science universelle, si l'on peut s'exprimer ainsi, tant il est vrai de dire que c'est elle aujourd'hui qui s'impose dans toutes les publications, où elle a fini par prendre une place officielle. Qu'il nous suffise, en effet, de dire que sur toute l'étendue des continents civilisés, des services très-complexes ont été organisés dans le but de faire connaître la situation météorologique et d'en déduire la probabilité du temps qu'il fera. En Europe et en Amérique, ce sont tous les jours des milliers de dépêches que le télégraphe échange et transmet à cet effet, sans parler des innombrables documents, manuscrits ou imprimés, qui émanent de divers bureaux météorologiques puissamment organisés.

L'universalité des études météorologiques comptera certainement parmi les caractères les plus saillants du mouvement scientifique qui aura dirigé les esprits pendant le XIX^e^ siècle.

Depuis près de vingt ans, la totalité de l'Europe a pris une part active à ce mouvement, mais ce n'est que dans ces dernières années que l'Algérie a pu y coopérer. Aussi, avons-nous pensé qu'il serait utile de donner quelques renseignements sur la réorganisation des études météorologiques dans notre colonie africaine.

Il ne s'agit rien moins que d'un événement scientifique considérable, dont les résultats méritent de fixer la sérieuse attention du monde savant. Dans cet ordre d'idées, notre colonie a déjà fait de très-grands progrès.

Le point de départ de cette institution a été le décret du 13 février 1873, relatif à la réorganisation des études météorologiques. L'objet de la présente communication se résume donc à l'exposé des mesures prises pour l'exécution du décret précité.

Ce décret, dont nous reproduisons ci-après le texte, pour en bien faire saisir l'importance, sépare les deux branches des études météorologiques, et se trouve ainsi appelé à exercer une influence capitale sur l'avenir de ces études.

ART. 1er. — L'étude des grands mouvements de l'atmosphère et les avertissements météorologiques aux ports et à l'agriculture, sont placés dans les attributions de l'Observatoire de Paris.

ART. 2. — Les travaux relatifs à la physique générale des divers bassins de la France, sont attribués aux commissions régionales et départementales, dont le conseil de l'Observatoire est chargé de poursuivre l'organisation.

L'institution des Commissions météorologiques départementales se trouvait ainsi nettement énoncée. Elle fut préparée par une réunion des météorologistes délégués à Paris, les 17 et 18 avril, et enfin par la circulaire de M. Leverrier, directeur de l'Observatoire de Paris, en date du 28 mai.

De son côté, M. le gouverneur général de l'Algérie invitait, à la date du 1er octobre, les préfets d'Alger, d'Oran et de Constantine, à suivre les instructions reçues jusqu'à ce jour, et à solliciter le concours pécuniaire des conseils généraux.

A la même époque, M. H. Tarry, secrétaire de la Société météorologique de France, que de récents travaux sur les tempêtes africaines avaient recommandé à juste titre et fait désigner, à la séance du 17 avril, pour représentant de l'Algérie, faisait, au nom de la Société, des démarches pour concourir à l'organisation des trois commissions départementales. Les arrêtés préfectoraux qui désignaient celles-ci furent rendus, le 11 octobre à Oran, le 22 octobre à Alger, et le 3 novembre à Constantine.

Ces commissions, composées d'une quarantaine de membres choisis parmi les chefs de services publics et les particuliers qui s'intéressent aux études météorologiques, furent placées sous la présidence des préfets et des généraux de division. Elles se réunirent ensuite, et nommèrent des sous-commissions chargées de l'acquisition des instruments et de l'organisation des études préliminaires.

Tous ces efforts isolés n'avaient abouti encore à aucun résultat, lorsque le général Farre, commandant supérieur du génie en Algérie, fut chargé par M. le gouverneur général de la centralisation de tout ce qui était relatif à ce nouveau service ; mais celui-ci ne fut véritablement fondé, et les installations ne commencèrent que du jour où M. Ch. Sainte-Claire Deville, membre de l'Institut, inspecteur général des établissements météorologiques, vint lui-même visiter l'Algérie, offrir aux commissions le concours de son expérience et de son acti-

vité, arrêter de concert avec elles le choix des instruments et des heures d'observations. L'emplacement des stations fut également décidé et le plus grand nombre d'entre elles, notamment celles du sud des trois provinces, ont été instituées par M. Ch. Sainte-Claire Deville lui-même (1), à qui revient l'honneur de la fondation du service météorologique algérien.

Le réseau comporte deux ordres de stations, admis dès le principe : les stations de premier ordre, pourvues d'un matériel complet, ainsi que de l'abri (modèle Montsouris) indiqué par M. Ch. Sainte-Claire Deville, et les stations secondaires, où l'on n'observe que le thermomètre-fronde et le pluviomètre.

Le nombre des stations de premier ordre, fixé à trente-quatre, s'est accru depuis. Il comprenait onze stations votées par les conseils généraux, trois par la compagnie des chemins de fer P. L. M., trois par les ponts et chaussées, douze par les communes subdivisionnaires, et cinq autres dues à divers services. A ce nombre sont venues s'ajouter trois stations dont Mgr l'archevêque d'Alger a fait libéralement les frais : à Metlili, à Ouargla (Sahara) et à Saint-Cyprien (vallée du Chéliff) ; une du service des ponts et chaussées, au cap Carbon, à Bougie et enfin les stations fondées par les soins de M. Tarry, à Tanger, à Mogador, à Tunis et à Sfax.

M. Ch. Sainte-Claire Deville a exposé devant l'Académie, dans la séance du 27 juillet 1874, les bases de cette intéressante et féconde organisation, ainsi que les principaux résultats qu'il avait obtenus.

Au nombre de ces derniers il faut compter la franchise télégraphique accordée, au début, pour les dépêches météorologiques, et étendue, au mois d'avril dernier, au réseau tunisien.

De plus, l'institution d'un bureau central à Alger, placé comme le plus grand nombre des stations algériennes, sous les ordres du général commandant supérieur du génie, a puissamment contribué à grouper en un seul faisceau les éléments de tout le réseau africain, en laissant toute initiative à chacune des commissions dans leurs départements respectifs. On ne pouvait d'ailleurs demander à une commission seule le soin de la publication des données recueillies ; il était nécessaire qu'un service central fût chargé de ce travail.

Sous ce rapport, un résultat d'une portée considérable a déjà été obtenu : moins d'un an après que les premières observations ont été faites, elles ont été publiées. Grâce à la subvention libéralement accordée à cet effet par les conseils généraux de l'Algérie, cette œuvre importante a pu être réalisée. M. Ch. Sainte-Claire Deville, qui en a

(1) Tougourt, le 22 décembre 1873 ; Laghouat, le 25 mai 1874 ; Géryville, le 4 juin 1874.

dirigé lui-même tous les détails et qui s'est imposé la tâche laborieuse de revoir tous les calculs, a présenté à l'Académie, à la séance du 12 avril dernier, le *Bulletin mensuel* du service météorologique algérien publié sous les auspices de M. le gouverneur général. Cette publication (autographiée), tirée à six cents exemplaires, est distribuée en Algérie aux membres des commissions et aux archives des stations météorologiques. La collection des nombres ainsi publiés sera d'autant plus précieuse qu'elle constituera le premier recueil de données météorologiques suivies relatives à l'Algérie et publiées depuis que des études de ce genre ont été commencées (1).

Outre les observations faites dans les stations de l'intérieur, le bureau d'Alger compte centraliser prochainement les bulletins d'observations recueillies par les commandants des paquebots qui font le service sur la Méditerranée. Il échange aussi ses publications avec divers offices météorologiques de l'étranger, notamment avec ceux de Londres et de Washington.

L'Algérie formant une région géographique nettement délimitée, il était naturel qu'elle possédât les éléments d'une publication spéciale, de nature à contribuer aux progrès de la météorologie internationale, de même que le *Bulletin mensuel* en formait l'élément local. Voici en effet sur quelles bases elle est instituée.

Le bureau d'Alger reçoit chaque jour des télégrammes des stations de premier ordre du réseau africain (Algérie et Tunisie); ces télégrammes, discutés et ajoutés aux seize dépêches que la Marine lui communique et à la dépêche quotidienne de l'observatoire de Paris, servent à l'établissement d'un bulletin météorologique international quotidien, dont un tirage autographié par le service du génie est distribué le jour même à la direction du port et aux principales autorités locales. Ce bulletin paraît ensuite au *Mobacher*, journal officiel de l'Algérie.

Ce nouveau service fonctionne avec régularité depuis le 8 avril dernier. Tout fait espérer que l'échange des télégrammes deviendra plus étendu, grâce aux encouragements et aux promesses de concours déjà reçus des services météorologiques du bassin méditerranéen. La réalisation de ce programme est vivement à désirer; elle centraliserait à Alger, c'est-à-dire en un point favorablement situé pour cet objet, les éléments météorologiques de Constantinople jusqu'aux Açores.

La solution de cette intéressante question appartient à l'avenir, mais tout nous permet d'espérer qu'elle sera obtenue très-prochainement.

(1) Il s'agit ici de données embrassant toute l'Algérie et non spéciales à plusieurs stations, dont les bulletins ont paru dans l'*Annuaire de la Société météorologique de France*.

ÉTAT ACTUEL

Du réseau météorologique africain des stations de premier ordre.

PONTS ET CHAUSSÉES,	Phares des caps Falcon (Oran), Cascine (Alger), de Garde (Bône).
ACADÉMIE D'ALGER,	Ecole normale d'Alger.
SERVICE DES HOPITAUX,	Hôpital du Dey (Alger), hôpital de Boghar.
ARCHEVÊCHÉ,	Saint-Cyprien (les Attafs), Metlili, Ouargla; grand-séminaire de Sainte-Hélène (près Constantine).
CONSEILS GÉNÉRAUX,	Tlemcen, Sidi-bel-Abbès, Tiaret, Batna, Constantine, Guelma, Sétif, Philippeville, Médéah, Orléansville.
COMMUNES SUBDIVISIONNAIRES,	Tuggurt, Biskra, Tébessa, la Cale, Laghouat, Djelfa, Aumale, Teniet-el-Haad, Géryville, Saïda, Nemours, El Aricha.
CHEMIN DE FER,	El Kantour, Relizane, Karguenta.
SERVICES DIVERS,	Jardin d'Essai (Alger).
TUNISIE,	Tunis, Sfax.
MAROC,	Mogador, Tanger (cap Spartel).

E. DEMANCE
Professeur au Lycée de Nantes
ET
G. BERTIN
Professeur suppléant à l'École de Médecine de Nantes.

DE LA PRÉSERVATION DE LA COQUE DES NAVIRES EN FER DE L'OXYDATION ET DES DÉPOTS MARINS

— Séance du 25 août 1875. —

Une des questions maritimes les plus intéressantes de notre époque est certainement celle de la préservation de la coque des navires en fer.

On sait en effet que, sous l'influence des eaux de la mer et des agents atmosphériques, la carène s'oxyde, et que, sur sa surface devenue rugueuse, viennent s'implanter et se développer de grandes quantités d'herbes et de coquilles marines; ce qui détermine une usure très-rapide et un ralentissement considérable dans la marche.

Devant l'insuffisance bien prouvée des peintures et des vernis employés pour obvier à ces graves inconvénients, beaucoup de personnes, s'inspirant des célèbres expériences faites par Humphry Davy, en 1820, ont cherché, comme lui, à protéger la coque au moyen d'un métal plus oxydable placé en divers points de la carène.

Mais jusqu'ici, malgré leurs efforts, elles se sont trouvées en présence du même écueil : le dépôt des bases sur le métal protégé, dépôt très-funeste, car il provoque toujours celui des coquilles et végétations marines. En effet, de l'avis unanime de tous ceux qui se sont occupés de cette question, ce n'est qu'au moment où le navire commence à *se salir,* suivant l'expression consacrée, que les herbes et les mollusques apparaissent sur la coque; c'est là aussi la conclusion à laquelle nous sommes arrivés après de longues et minutieuses enquêtes faites à ce sujet.

Il peut être utile de rappeler ici les principales causes de l'altération du fer :

1° L'*affinité du fer pour l'oxygène* et en général pour tous les corps électro-négatifs.

2° L'*action électrique* produite par l'oxydation même.

3° L'*hétérogénéité* qui existe non-seulement d'une plaque à l'autre, mais encore dans la contexture d'une même plaque, et qui est la source d'une foule de courants particulaires.

4° L'*action de l'acide carbonique* contenu en si grande quantité dans les eaux de la mer.

5° L'*action de l'atmosphère* chargée de matières salines venant de la mer, et d'émanations provenant de l'intérieur du navire.

D'après ce rapide énoncé, on voit, comme le dit M. Becquerel, dans un mémoire très-remarquable fait sur cette question, qu'il est indispensable de protéger les plaques immergées contre les actions combinées de l'eau de mer, de l'air atmosphérique salin et des courants électriques locaux, dus à l'hétérogénéité des parties.

Remarquons maintenant que les corps altérants (oxygène, acides, corps haloïdes) sont électro-négatifs et ne se portent sur le fer que parce que celui-ci est électro-positif. Rendons le fer électro-négatif, et il sera préservé. Mais, comme le dit encore M. Becquerel, il faut le rendre électro-négatif à un degré tel, qu'il soit garanti, sans qu'il y ait de dépôts chimiques appréciables, et, par suite, de végétations marines.

C'est ce dernier problème que nous nous sommes proposé et que nous croyons avoir résolu, en cherchant à donner au fer une polarité spéciale, plutôt qu'à établir un véritable circuit.

Pour mieux faire comprendre notre système, nous allons d'abord

nous contenter d'en donner la description, en réservant sa discussion théorique pour la fin de ce mémoire.

Nous transformons, pour ainsi dire, le navire en une vaste pile, en établissant, dans des endroits choisis d'après l'aménagement, des lames de zinc constamment baignées par l'eau de mer. Ces lames peuvent affecter la forme de caisses, de réservoirs, ou même de simples plaques placées au fond du navire. Quelle que soit leur forme, elles sont mises en communication électrique avec la coque du navire, au moyen de boulons, rivets ou autres engins. De ces réservoirs partent des lames de zinc entrecroisées, circulant dans l'intérieur et rattachant la coque tout entière à l'action des caisses.

L'on connaît la théorie de la pile : par suite de l'oxydation du zinc, le liquide se charge de fluide positif, et le zinc prend du fluide négatif qu'il transmet au fer par conductibilité, de sorte que la coque du navire représente un immense électrode chargé de fluide négatif. L'action des réservoirs est continue ; car la faible tension obtenue sur le fer et dans le liquide est sans cesse détruite par une lente déperdition dans la mer et dans l'air.

De nombreuses expériences de laboratoire nous ayant donné un bon résultat, nous fîmes construire plusieurs petits bateaux, et nous les confiâmes à un ami, qui les plaça dans un étang formé par des salines, et, par conséquent, contenant des eaux très-chargées. Nous ne craignons pas de le dire, nous eûmes un mécompte.

Après quelques jours d'immersion, des taches de rouille commencèrent à se montrer. (Constatons, en passant, qu'un autre bateau semblable, mais non pourvu d'appareil, pour servir de terme de comparaison, fut, dès le premier jour, complétement oxydé.) Nous ne tardâmes pas à reconnaître la cause de cet insuccès. Pour rester dans les limites de l'application pratique, nous avions été obligés de diminuer la surface du zinc attaqué, dans une proportion trop grande, par rapport à la surface du fer à protéger. De là l'insuffisance de réservoirs intérieurs. Nous eûmes alors l'idée d'augmenter leur action, en plaçant, sur la partie extérieure de la coque, un peu au dessous de la ligne de flottaison, des petites plaques de zinc, en communication électrique avec le fer du navire et le zinc intérieur.

Les essais, faits dans ces conditions, nous ont constamment donné un succès complet.

Voici, en effet, quel est, pour nous, le grand avantage de cette double disposition, dont les actions seraient concordantes. Le fer ayant déjà pris, par suite des réactions chimiques intérieures, une certaine polarité négative, l'on peut diminuer, dans un rapport considérable, la surface des préservateurs, comme les appelait Davy, et éviter ainsi la décomposition des matières salines.

Ces plaques de zinc remplissent encore un rôle très-important. Elles décomposent lentement l'eau et réduisent, par l'hydrogène mis en liberté, les taches de rouille qui pourraient se former accidentellement, ou même celles qui existeraient au moment de la pose de l'appareil. Ce résultat très-remarquable nous a été constamment démontré par l'expérience.

Parmi les bateaux sur lesquels nous avons opéré, les uns étaient couverts de rouille au moment de leur immersion ; d'autres, retirés de l'eau pendant quelques jours et abandonnés sans soin au contact de l'air, s'étaient souvent fortement oxydés ; il a toujours suffi de quelques jours d'immersion, pour faire disparaître complétement la plus petite tache de rouille.

Un autre fait, digne d'attention, c'est le poli que la surface de tous ces bateaux prenait au bout de quelques mois. Elle devenait presque aussi douce au toucher que la lame d'un couteau. Nous avons vu là un effet analogue à celui de la vague sur les roches marines de grande dureté.

La tôle de ces bateaux, examinée après ces expériences, nous présentait, pour la plupart, une suite de points brillants et noirâtres ; ces derniers, sans doute, provenant de carbone disséminé ou de parties de fer très-carburé.

Nos premiers essais ont été faits au Pouliguen, dans un étang formé par d'anciennes salines, sous la surveillance intelligente du propriétaire M. Avenard. Ils ont duré six mois, du mois de janvier 1869 à la fin de juin 1869, et ils ont porté sur neuf bateaux.

Les résultats, constatés d'ailleurs par un grand nombre de personnes honorables, nous ont démontré que la dernière disposition était la seule qui donnât un succès constant.

Plus tard, par l'entremise de M. de Broca, ancien officier de marine, qui avait accepté de nous aider de ses conseils, nous fûmes mis en relation avec M. le contre-amiral Véron, commandant alors la division navale de l'Ouest. M. Véron voulut bien se charger de quelques essais ; les expériences, qui durèrent trente-cinq jours, furent confiées à M. Touchard, lieutenant de vaisseau et fils de M. l'amiral Touchard, nom bien connu dans la marine française. A la suite du remarquable rapport fait par M. Touchard, M. le commandant Véron nous adressa une lettre très-encourageante dont voici les conclusions :

« L'intérêt qui s'attache à la question de préservation des navires en fer est si grand, et la présomption en faveur du système de MM. Demance et Bertin est si forte, que je n'hésite pas à leur conseiller de faire de nouvelles expériences sur une plus grande échelle, me chargeant moi-même de les faire surveiller dans le bassin des Sables. »

Vers cette même époque, avec le concours de M. Urbain Pion, armateur à Nantes, nous fîmes une nouvelle série d'expériences, qui donnèrent alors un succès décisif et définitif. Elles furent effectuées à Saint-Brevin, dans une propriété que M. Pion possède sur le bord de la mer.

Le premier essai eut lieu sur deux petits bateaux : l'un, sans appareil, devant servir de comparaison ; l'autre, pourvu du système ordinaire, et ayant déjà servi au Pouliguen.

Au bout de quelques jours, l'étalon, complétement oxydé et percé par la rouille, coulait à fond. L'autre bateau resta immergé pendant six mois, sans qu'aucune trace d'oxydation fût aperçue ; mais alors la caisse de zinc, qui avait plus d'un an de service et qui était faite avec une lame assez mince, s'étant percée, des traces d'oxydation ne tardèrent pas à se montrer et le bateau fut abandonné.

Nous ne citons que pour mémoire un essai fait, sur la demande de M. Pion, avec un bateau n'ayant que des électrodes extérieurs, et qui ne donna que de mauvais résultats.

C'est alors que, de concert avec M. Pion, nous nous arrêtâmes à la disposition suivante, qui nous parut d'un aménagement plus facile dans l'intérieur du bâtiment.

Au fond du navire, de chaque côté de sa carlingue, sont placées de longues feuilles de zinc, interposées entre les membrures. Au dessus se trouve le plancher ordinaire qui recouvre le fond du navire, de sorte que l'on a ainsi de véritables caisses, dans lesquelles on peut retenir de l'eau salée, qui doit être renouvelée fréquemment. Ce résultat s'obtient aisément avec la pompe ordinaire et un tube de communication.

De ce réservoir partent, comme dans le système ordinaire, des lames de zinc appliquées sur les parois internes de la carène. Enfin, de distance en distance, sont de petites plaques de zinc, encastrées sur les flancs extérieurs et recouvertes intérieurement de caisses en fer rendues étanches, à l'aide d'autoclaves.

M. Pion fit construire un petit bateau, exactement sur le modèle des grands navires en fer, et lui appliqua cette nouvelle disposition que nous venons d'indiquer.

Le bateau fut pesé avec soin et la surface du zinc réduite dans de grandes proportions. Cette fois l'expérience dura dix-huit mois, et le succès fut complet. Le poids du bateau n'avait pas varié d'une manière sensible, la surface extérieure était parfaitement polie, et il n'y avait aucune trace de rouille, ni à l'intérieur, ni à l'extérieur. Nous avons, d'ailleurs, en main des certificats qui attestent tous les faits que nous venons d'énoncer.

La surface totale du zinc extérieur était d'environ $\frac{1}{500}$ de celle du

navire ; celle du zinc des caisses baignées $\frac{1}{40}$, et l'ensemble du zinc intérieur $\frac{1}{25}$.

Qu'on veuille bien examiner notre système, et l'on verra qu'il remplit les conditions demandées par les hommes les plus compétents qui se sont occupés de cette question, et, en particulier par M. Becquerel, qui en a fait une étude approfondie :

1° *Le fer est affecté de l'électricité négative* plutôt par tension que par l'action d'un courant fermé proprement dit, ce qui empêche la décomposition des matières salines dissoutes dans la mer.

2° *L'action des plaques extérieures,* nécessaire pour accentuer d'une manière plus sensible le signe électrique du fer, est, en outre, très-précieux pour réduire les taches préexistantes ou accidentelles de rouille.

3° *Le courant produit est trop faible pour attaquer les sels ;* notre attention était naturellement très-éveillée sur ce point, et cependant, malgré l'examen le plus scrupuleux, nous n'avons jamais pu découvrir le moindre dépôt de base. D'ailleurs, émus des travaux de M. Becquerel sur les décompositions produites par les courants faibles, nous avions fait un grand nombre d'expériences dans le laboratoire, et nous nous étions déjà assurés que ces décompositions, par courants faibles, demandent un degré de saturation qui n'existe pas dans l'Océan.

4° *L'action voltaïque,* comme le démontrent nos expériences, est suffisante, malgré son peu d'intensité, pour dominer les courants locaux dus à l'hétérogénéité du fer.

5° *L'action du corps protecteur est incessante.* M. Becquerel dit dans sa brochure : « Il en est de la production de l'électricité, pour la » conservation du cuivre et du fer en mer, comme de celle de la cha- » leur. Pour celle-ci, il faut fournir constamment du combustible, et, » pour l'autre, il faut pourvoir au remplacement du métal oxydable à » mesure qu'il se produit. Cette précaution indispensable remplie, il n'y » a plus rien à craindre. » Dans notre système, le zinc étant constamment en contact avec l'eau de mer, les actions chimiques sont continues, et, en cas d'usure, le remplacement du métal protecteur est très-facile.

Un autre fait est encore à redouter. Les acides chlorhydrique et carbonique, en se combinant avec le métal protecteur, forment des oxychlorures, des carbonates, qui, recouvrant la surface du zinc attaqué, finiraient par annihiler la protection. Or, un courant d'eau salée traverse tous les jours nos caisses et lave les zincs. D'un autre côté, nous nous sommes assurés que, sous l'action d'un courant continu, les oxychlorures, les carbonates sont un peu *solubles* ou du moins *peu adhérents.*

Le même fait vient d'être observé, en Angleterre, pour des navires en fer recouverts de zinc. Quant aux électrodes extérieurs, le choc répété de la lame doit suffire pour les conserver propres. D'ailleurs, il serait toujours facile de recourir aux gratte-brosses.

Une objection principale a été faite à notre système. Y a-t-il, dans un circuit non fermé, une production d'électricité suffisante, pour donner au fer cette polarité que nous prétendons exister ?

Nous répondrons d'abord que l'analyse de l'eau sortant des réservoirs prouve surabondamment l'existence d'actions chimiques, et que toute action chimique est une source d'électricité.

Maintenant, cette électricité a-t-elle une résultante extérieure, ou n'est-elle pas due tout entière à cette série de petits courants locaux venant de l'impureté du zinc, et dont l'existence a été mise en évidence par les travaux de M. de la Rive ?

Nous répondrons encore qu'il y a une action générale, distincte des courants secondaires locaux, et, pour le démontrer, nous nous appuierons tout à la fois sur des faits acquis, sur nos propres expériences, et enfin même sur quelques considérations théoriques.

Considérons la double paroi fer et zinc de notre système en contact, par chaque face, avec l'eau de mer. Chacun de ces deux corps, par suite de son affinité pour l'oxygène, tend à polariser les molécules d'eau de la même manière. Mais, par suite de l'action prépondérante du zinc, il y aura, sur le fer, une résultante négative égale à la différence d'action des deux métaux.

Cette résultante déterminera, du côté de ce métal, une orientation des molécules d'eau inverse de celle qui existe du côté du zinc, l'élément hydrogène étant tourné du côté du fer.

Le circuit étant ouvert, les fluides placés aux extrémités n'ont pas d'issue, et il s'établit bientôt une espèce d'équilibre électrique qui arrête l'action chimique. Fermons le circuit, la tension disparaît ; il se forme ce qu'on est convenu d'appeler le courant électrique, et, dans l'intérieur, l'activité chimique est immédiatement réveillée, par suite de la facilité que trouvent les fluides à s'écouler par les réophores.

Le même effet peut-il se produire si les électrodes sont en communication avec un conducteur à grandes sections ? Et pourquoi pas ? Qui ne connaît la rapidité avec laquelle l'électricité statique se perd dans le sol ? Or, l'électricité dynamique, à l'état de tension, n'est-elle pas, à proprement parler, de l'électricité statique ? Ne peut-on pas avec elle charger un condensateur, obtenir des attractions, des répulsions ? Alors pourquoi y aurait-il différence d'action de la terre, à l'égard de deux états d'électricité si voisins l'un de l'autre ?

Nous dirons plus : c'est la considération des dispositions adoptées

pour les lignes télégraphiques qui nous a donné la première idée de notre système.

Nous pensons, en effet, et nous nous abritons ici sous l'autorité de beaucoup d'illustres physiciens, MM. de la Rive, Gavarret, etc., que la terre ne joue point le rôle d'un conducteur ordinaire ; mais que les couches du sol, se comportant comme un conducteur à section indéfinie, absorbent l'électricité à mesure qu'elle se produit, et permettent ainsi à la pile de fonctionner jusqu'à son épuisement complet.

D'ailleurs, les expériences de M. Guillemin ont parfaitement démontré que, lorsque chaque extrémité d'une pile est mise en communication avec un conducteur de très-grande dimension, par rapport à la pile, les deux pôles fournissent un courant très-sensible parfaitement indiqué par deux galvanomètres.

La déperdition par l'air vient équilibrer, à chaque instant, les nouvelles quantités d'électricité émises par la pile.

Dans l'appareil de Ruhmkorff, pour neutraliser autant que possible l'action de l'extra-courant, ne fait-on pas continuer le courant sur un immense condensateur ?

Ne charge-t-on pas aussi le condensateur de Volta avec une lame de zinc que l'on tient à la main ?

Mais, nous objectera-t-on, dans notre système, un seul des pôles communique avec un conducteur à grande surface, l'autre n'est en contact qu'avec l'air atmosphérique ? Nous le reconnaissons volontiers ; mais quel peut en être le résultat ? de diminuer l'intensité du courant et non de l'arrêter.

Wheastone et Faraday ont obtenu des courants continus en faisant communiquer l'une des extrémités d'un fil télégraphique avec le sol, et l'autre avec un des pôles d'une pile.

On pouvait même encore constater un courant lorsque le fil était isolé, ce qui met en évidence la déperdition par l'air. On produit aussi un courant en faisant communiquer avec le sol l'armature extérieure d'une batterie électrique chargée, l'armature intérieure étant garnie de pointes. Personne enfin n'ignore l'influence de l'air humide sur les fils télégraphiques.

Sans doute, le courant produit est faible, et l'usure lente de nos zincs en est une preuve. Mais remarquons que c'est là précisément le but que nous voulons atteindre : rendre le fer électro-négatif, au moyen d'un courant continu de très-faible intensité, pour éviter le dépôt des bases, et par suite celui des herbes et des coquilles marines.

La discussion scientifique à laquelle nous venons de nous livrer, a surtout pour but de prouver que notre système est au moins justifiable, au point de vue des théories généralement acceptées aujourd'hui, et de

faire connaître en même temps la filiation d'idées qui nous y a conduits. Nous n'y attachons, d'ailleurs, qu'une importance assez secondaire. Convaincus d'être dans la vérité, à ceux qui refuseraient d'admettre nos idées, tout en leur rappelant que la théorie des actions électro-chimiques présente encore maintenant bien des points obscurs pour la science, nous leur opposerons avant tout des faits, et nous nous appuierons sur l'expérience, qui, constamment, nous a donné raison.

L'idée qui nous a dirigés serait-elle inexacte, que notre système ne perdrait rien de sa valeur : l'histoire est remplie d'exemples de ce genre.

Pour mieux faire comprendre la supériorité et l'originalité de notre système, nous allons passer en revue les principaux procédés proposés dans ce même but, ceux du moins dont nous avons entendu parler.

Nous citerons ceux de MM. Caron, Duchemin et Jouvin. Quant aux travaux de M. Becquerel, nous ne connaissons que ce qui a été publié dans le tome XXXV de l'Académie des sciences, et nous ignorons si ces idées ont reçu une application pratique.

Système de M. Caron. — Le système de M. Caron rentre entièrement dans celui de Davy, et avec les qualités, il doit en avoir aussi les inconvénients.

Système de M. Duchemin. — Ce sont de véritables et immenses piles placées au milieu du navire. Ce système est très-difficile à établir lorsqu'il s'agit de préserver la coque entière. De plus, il est presque impraticable lorsque le navire est en marche. Enfin, le pôle négatif communiquant avec la carène en fer, et le pôle positif avec la mer, il y a nécessairement une action voltaïque décomposante très-intense, qui doit provoquer le dépôt de bases.

Nous aussi, nous avions pensé à faire partir, du liquide des réservoirs, des fils de cuivre recouverts de gutta, et venant plonger dans l'eau de mer ; mais les dépôts qui se montrèrent au bout de peu de temps nous y firent renoncer.

De tous ces systèmes, le plus rationnel, selon nous, est celui de M. Jouvin. C'est aussi celui qui offre le plus d'analogie avec le nôtre, tout en s'en écartant cependant beaucoup dans l'application. Nous ne connaissons aucune publication de M. Jouvin, mais il nous a été donné d'avoir des détails assez complets sur son système, par M. Guibert, un habile constructeur de Nantes, et par M. Bobierre, directeur de l'Ecole des sciences de cette même ville.

Nos renseignements étaient puisés à bonne source. En effet, M. Gui-

bert dirigeait les chantiers dans lesquels était le navire où M. Jouvin a appliqué ses idées, et M. Bobierre avait complaisamment mis son laboratoire à la disposition de l'inventeur. Le procédé consiste à appliquer des plaques de zinc, de manière à recouvrir les trois quarts environ de la coque. Ces lames sont fixées par des cadres en tôle zinguée.

M. Jouvin a évidemment cherché, comme nous, à donner au fer une polarité spéciale, capable de le protéger contre l'action des corps électro-négatifs sans provoquer le dépôt funeste des bases.

Nous ne connaissons pas le résultat des essais faits par M. Jouvin ; mais une cause principale, sans même parler des difficultés pratiques presque insurmontables inhérentes à son système, a dû en empêcher le succès. En effet, par suite de l'oxydation rapide de sa surface, le zinc se recouvre d'un vernis qui rend ensuite presque nulle l'action de l'air, M. Becquerel cite l'observation suivante de M. Berthier : une couche grisâtre, qui s'était faite tout d'abord sur une couverture en zinc, n'avait pas fait de progrès sensibles au bout de vingt-cinq ans.

Il est alors impossible d'admettre qu'une action chimique aussi faible puisse contrebalancer l'action incessante de la mer sur la carène, et au bout de deux à trois jours au plus, la protection doit être insuffisante.

Dans notre système, nous sommes nécessairement dans de bien meilleures conditions. Des caisses de zinc sont constamment pleines d'eau de mer ; celle-ci est renouvelée fréquemment, ce qui rend l'action électrique continue.

Limités par le temps qu'il nous était permis de consacrer à des travaux faits en dehors de nos occupations professionnelles, et forcément arrêtés par les frais toujours croissants d'expériences faites sur des échelles de plus en plus grandes, nous nous sommes vus, bien qu'avec regret, obligés de suspendre nos recherches.

Mais la question de préservation des navires en fer est d'un tel intérêt pour l'avenir de notre marine ; elle touche de si près aux plus grands intérêts économiques, que ces temps derniers nous avons repris nos travaux avec la pensée qu'il ne serait pas inutile de profiter de l'heureuse circonstance de la réunion d'hommes éminents, pour venir leur soumettre ce que nous croyons un moyen vrai de résoudre un problème dont la solution préoccupe actuellement tant d'esprits dans tout le monde civilisé.

M. Marcel DEPREZ

Ingénieur civil.

CHRONOGRAPHE ÉLECTRIQUE

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 25 août 1875. —

M. Deprez met sous les yeux de la section un chronographe électrique permettant d'enregistrer les signaux avec une extrême rapidité ; le mouvement est donné à une plume très-légère par un ressort en caoutchouc qui lui imprime une grande vitesse. M. Deprez fait remarquer que les différents métaux magnétiques qu'il a employés, se composent à peu près de la même manière, qu'ils soient ou non carburés ou trempés. Il décrit ensuite un autre chronographe dans lequel il a pu employer des électro-aimants très-puissants agissant sur une armature de très-petite longueur. Il termine en indiquant l'emploi des tubes de Geissler fixés à un cylindre enregistreur pour indiquer la vitesse de rotation de ce cylindre.

M. A. CORNU

Ingénieur des mines, professeur à l'Ecole polytechnique.

DÉTERMINATION DE LA VITESSE DE LA LUMIÈRE

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 25 août 1875. —

M. Cornu expose la détermination qu'il a faite de la vitesse de la lumière par la méthode due à M. Fizeau.

Les stations choisies ont été l'Observatoire et la tour de Montlhéry, dont la distance, de 22,910 mètres, est connue avec une très-grande précision, d'après les triangulations de Cassini et Lacaille (1740) et de Delambre et Méchain (1792-1798). La lunette d'émission avait $8^m,85$ de distance focale et 0^m, 37 d'ouverture ; la roue dentée pouvait faire jusqu'à 1600 tours par seconde, et le temps pouvait graphiquement être estimé à un millième de seconde près ; le chronographe employé était d'ailleurs réglé par le pendule de l'horloge de l'Observatoire. L'appareil de réflexion était un collimateur à réflexion, de 2 mètres de distance focale et de 0^m, 15 d'ouverture.

La rapidité extrême du mouvement que l'on pouvait imprimer à la roue dentée a permis d'observer les extinctions successives jusqu'à celle du vingt-unième ordre, et il est facile de s'assurer que le résultat obtenu, en supposant constante

l'erreur due à l'observateur, est d'autant plus exact que l'extinction observée est d'un ordre plus élevé. De plus, pour éliminer l'erreur dont nous parlons, M. Cornu a déterminé chaque extinction de quatre manières différentes : on fait croître la vitesse de la roue dentée, on la fait décroître, on fait coïncider l'extinction avec un maximum ou avec un minimum de vitesse.

Le résultat de cette recherche est que la lumière parcourt 300,400 kilomètres par seconde de temps moyen, avec une erreur probable inférieure à 1/1000.

M. Armand MOREAU

Membre de l'Académie de médecine.

FONCTION HYDROSTATIQUE DE LA VESSIE NATATOIRE

— Séance du 25 août 1875. —

Cette communication a été insérée *in-extenso* aux séances générales, page 77.

M. TRANNIN

Licencié ès-sciences à Lille.

APPAREIL PHOTOMÉTRIQUE POUR MESURER L'INTENSITÉ DE LA LUMIÈRE

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 25 août 1875. —

M. Trannin décrit un appareil photométrique destiné à utiliser les propriétés polarisées de la lumière pour comparer les intensités lumineuses de diverses sources. Il résume les expériences qu'il a faites au moyen de cet appareil, dont la sensibilité est variable, suivant qu'on a affaire à des rayons lumineux plus ou moins réfrangibles.

M. Henry DUFET

Agrégé-préparateur à l'Ecole normale supérieure.

RECHERCHES SUR LA CONDUCTIBILITÉ ÉLECTRIQUE DE LA PYRITE

— Séance du 25 août 1875. —

Les observations que j'ai faites sur la conductibilité électrique de la pyrite sont le commencement d'une étude sur la conductibilité des cris-

taux ; j'avais pensé trouver dans la pyrite de fer, que l'on se procure facilement en cristaux assez volumineux et suffisamment homogènes, une matière commode pour essayer les appareils et pour me préparer à l'étude des cristaux appartenant aux systèmes cristallins autres que le système régulier. J'ai trouvé dans cette étude préliminaire assez de difficultés et de faits intéressants pour fournir le sujet d'une communication.

J'ai comparé, à l'aide du pont de Wheastone, la résistance de la pyrite à celle d'une unité Siemens. J'ai employé la disposition particulière du pont, où deux des côtés sont formés par un fil de maillechort bien homogène, sur lequel vient s'appuyer un curseur communiquant avec le fil du galvanomètre, les deux autres côtés étant constitués par la résistance à déterminer et par l'unité Siemens. Le courant était fourni par trois éléments Daniell, et le galvanomètre était un des galvanomètres différentiels dont s'est servi autrefois Pouillet.

Une première difficulté, pour avoir des résultats concordants, est d'assurer le contact avec la pyrite. Après avoir essayé des plaques de cuivre ou de zinc amalgamé, serrées à l'aide de vis, je me suis arrêté aux contacts de mercure liquide. Le cristal cubique de pyrite était noyé dans une masse de cire à cacheter taillée ensuite en cylindre, de manière à mettre à nu deux faces qui, alors, étaient nettoyées aussi parfaitement que possible. Ce cylindre était pris entre deux tubes de verre d'environ 15 millimètres de diamètre, auxquels étaient soudés deux tubes perpendiculaires plus étroits ; les deux tubes étaient remplis de mercure très-propre et bien sec, où aboutissaient les réophores en platine. Le tout pouvait être plongé dans une cuve pleine d'eau, de manière à éviter les variations de température.

Pour des cristaux plus volumineux, le mode d'expérience était un peu différent. Le cristal était verni au vernis de graveur sur quatre faces, et collé entre deux petites cuves en papier, auxquelles aboutissaient les fils. Dans tous les cas, le courant arrivait par toute la surface du cristal, et l'on doit admettre que les surfaces isopotentielles sont dans ce cas des plans, et que la résistance est proportionnelle à la longueur et inverse de la surface.

Je dois ici signaler une particularité de l'appareil qui pourrait, en certains cas, induire en erreur. Lorsque, pour faire une lecture, on presse sur le ressort du curseur afin de le mettre en communication avec le fil du rhéostat, il se produit, entre ce fil en maillechort et l'extrémité en platine du curseur, une force électromotrice très-faible, à la vérité, mais qui n'est cependant pas négligeable. Il importe surtout d'en tenir compte lorsque l'on cherche à vérifier que la conductibilité électrique de la pyrite est indépendante du sens ou de l'intensité du

courant. Ce courant, qui se produit au point de contact du curseur et du fil, semble, suivant le sens du courant principal, augmenter ou diminuer la résistance de la pyrite. Si le sens du courant ne change que dans la pyrite et non dans le circuit total, on trouve une constance absolue pour la valeur de la résistance. Il en est de même lorsqu'en intervertissant le courant principal, on prend la moyenne des deux valeurs trouvées. La résistance ne varie pas non plus avec l'intensité du courant; pour faire varier cette intensité, j'introduisais dans le circuit une caisse de résistance pouvant varier de 1 à 10,000 Ohm. Lorsque le courant principal est faible, l'influence relative du courant entre le curseur et le fil est plus grande, et la résistance de la pyrite semble varier; mais en faisant deux observations, et prenant la moyenne, on voit qu'en réalité elle ne varie pas de $\frac{1}{3000}$ de sa valeur.

J'attachais une certaine importance à cette vérification, à cause d'une note publiée dans le 9e fascicule des Annales de Poggendorff pour 1874. Dans cette note, M. Braun annonce que la résistance des sulfures métalliques varie avec le sens, l'intensité et la durée du courant, et que les variations peuvent atteindre un tiers de la valeur totale. Je ne trouve rien de semblable pour la pyrite cubique, et l'on pouvait s'y attendre, puisqu'elle ne donne pas de courant lorsqu'on porte sa masse à une température uniforme. Des cristaux n'appartenant pas au système cubique et présentant les phénomènes de pyro-électricité découverts et étudiés par M. Friedel, auraient une résistance variable avec le sens et l'intensité du courant, mais les variations resteraient sans nul doute très-faibles. La conductibilité de ces cristaux est trop faible d'ailleurs pour être étudiée par le procédé que j'employais : la résistance d'un fragment de panabase de 3 à 5 millimètres de côté, atteignait 7,400 Ohm, tandis qu'un fragment de pyrite de la même dimension a pour résistance environ 0,25 Ohm.

Quant à l'influence de la durée du passage, elle se traduit par une diminution de la résistance, extrêmement variable avec le degré de propreté du mercure et des faces du cristal. Elle ne tient pas à l'action du courant, car elle se produit par le contact prolongé de la pyrite et du mercure, avec ou sans courant. En rétablissant le contact et nettoyant à nouveau le mercure et les fils, on retrouve la première valeur. Ces variations, avec un contact de plusieurs jours, n'atteignent pas $\frac{1}{100}$ de la valeur de la résistance; il y a cependant là une action certaine que je me propose d'étudier d'une manière plus complète.

Quand on compare les résultats trouvés pour divers échantillons, on est frappé des différences considérables qui existent dans la conducti-

bilité des cristaux de diverses provenances, différences qui se montrent même, bien que plus faibles, dans un même cristal, suivant la direction que l'on étudie.

Un cristal de Traversella, ayant pour dimensions 6^{mm} 12, 6^{mm} et 5^{mm} 42, a pour résistances absolues dans les trois sens $0^{u.s}$ 159 ; 0^{s} 130 et 0^{s} 122 ; ce qui ramené à $1^{mmq.}$ de section et 1^{mm} de longueur, donne 0^{s} 847, 0^{s} 720 et 0^{s} 825 ; en multipliant par mille ces valeurs, on a, par suite de la définition de l'unité Siemens, la résistance du cristal comparée à celle du mercure. La moyenne de ces 3 valeurs est 797.

Un second cristal de la même localité, ayant pour dimensions 6^{mm} 85, 6^{mm} 53 et 5^{mm} 95 a pour résistances dans les 3 sens 0,705, 0,351 et 0,240 ; ce qui donne pour les résistances comparées à celle du mercure, 4000, 2200 et 1790.

Pour un troisième cristal de Traversella, ayant pour dimensions 8^{mm} 28, 7^{mm} 72 et 7^{mm} 25, la résistance est 4370, 4350 et 2450 fois celle du mercure.

Enfin pour un quatrième cristal dont les dimensions sont 8^{mm} 6, 7^{mm} 1 et 6^{mm} 8, la résistance est 1452, 2451 et 1512 fois celle du mercure.

Les cristaux de Traversella sont d'un poli parfait, mais toujours maclés ; la cassure est comme grenue.

Avec des cristaux de Deville (Ardennes), de grande dimension, très-homogènes, à cassure presque conchoïdale, que je dois à l'obligeance de M. Friedel, j'ai obtenu une résistance beaucoup plus faible que les valeurs précédemment citées.

La résistance n'est plus que de 0,007 Siemens, ce qui, en admettant comme applicable ici encore la loi de Ohm, donnerait pour la résistance spécifique de cette pyrite, 100 fois seulement celle du mercure.

La conclusion que je crois pouvoir tirer de ces résultats, c'est qu'il est impossible de donner une valeur spécifique de la conductibilité de la pyrite, à cause de l'état moléculaire très-variable de cristaux homogènes en apparence.

J'ajouterai que la conductibilité de la pyrite est une véritable conductibilité métallique, qui diminue quand on élève la température ; on sait que, pour certains sulfures, comme le sulfure d'argent, la conductibilité *augmente* avec la température, parce que le sulfure se décompose de plus en plus. Il n'en est pas de même pour la pyrite. Un échantillon de Traversella a, à la température ordinaire, une résistance égale à 0,142 S et à 100° C une résistance de 0,196 S.

La pyrite était pour cette expérience entourée de plâtre à mouler, formant un cylindre semblable au cylindre de cire à cacheter dont j'ai parlé pour les expériences faites à la température ordinaire.

M. A. GOBIN

Ingénieur des ponts et chaussées.

NOTE SUR LES VARIATIONS BAROMÉTRIQUES ET LA PRÉVISION LOCALE DU TEMPS

— Séance du 25 août 1875. —

Vous savez, Messieurs, qu'on peut prévoir le temps plusieurs jours d'avance en faisant, sur un territoire très-étendu, comme l'Europe par exemple, un nombre d'observations barométriques suffisant pour qu'on puisse en déduire par interpolation, au moyen des deux observations les plus voisines, la pression atmosphérique sur un point quelconque de ce territoire, et déterminer ainsi l'état simultané de la pression atmosphérique sur toute la région. Cet état est représenté au moyen de courbes tracées sur des cartes et passant par les localités où la pression est la même à un instant donné ; c'est ce qu'on appelle courbes d'égale pression (1).

La simple inspection d'une carte ainsi préparée permet de reconnaître les directions suivant lesquelles la pression atmosphérique diminue ou augmente, et, en dressant des cartes semblables, à des intervalles rapprochés, toutes les vingt-quatre heures par exemple, on peut suivre les changements qui se produisent dans l'atmosphère et prévoir ceux qui s'y préparent. En observant la direction des vents et l'état du ciel en même temps que la pression, on a des données suffisantes pour indiquer d'avance les circonstances principales des variations atmosphériques qui peuvent se produire dans la région, et prévoir ainsi le temps plusieurs jours d'avance. On reconnaît, à l'inspection des cartes, que les courbes d'égale pression sont généralement fermées et ont un point vers lequel toutes les pressions vont en diminuant ; c'est ce résultat qui a révélé l'existence de tourbillons qui forment un appel puissant dans les couches supérieures et froides de l'atmosphère, produisent à leur circonférence le choc et le mélange de couches d'air plus ou moins chaudes, plus ou moins chargées de vapeur d'eau et donnent lieu à des pluies plus ou moins abondantes.

A côté de cette prévision du temps à longue échéance, et qui n'est

(1) Comme la pression barométrique varie avec la température et l'altitude ou hauteur du lieu d'observation au dessus du niveau de la mer, il est indispensable, pour obtenir des résultats comparables, de ramener, par le calcul, les observations à ce même niveau et à la même température. Les baromètres doivent donc être gradués d'après le même étalon.

accessible qu'à un petit nombre de personnes en communication télégraphique avec l'observatoire où le travail se centralise, il en est une autre plus modeste, qui n'exige que l'emploi du baromètre dans la région où l'on se trouve, et qui donne néanmoins des indications très-nettes sur le temps local probable, dix ou douze heures d'avance. C'est de cette prévision locale du temps que je désire vous entretenir aujourd'hui.

En 1864 et 1865, j'ai fait, sur les variations barométriques, des observations très-suivies, qui m'ont permis de réduire la prévision du temps à un petit nombre de lois assez simples ; j'ai, depuis cette époque, fréquemment appliqué ces lois, et j'ai la satisfaction de dire qu'elles se sont vérifiées presque constamment. Les cas où ces lois sont en défaut se rencontrent rarement, et encore peut-on dire que ces discordances tiennent surtout à la difficulté de faire avec nos instruments des observations barométriques très-rapprochées, surtout pendant la nuit.

C'est à l'aide de ces lois que, le samedi 25 mai 1872, pendant cette longue série de jours pluvieux qui avait donné au débordement du Rhône une tournure très-inquiétante, j'ai pu dès le matin, dans une dépêche officielle envoyée à Valence et à Avignon, annoncer que la pluie cesserait le soir et qu'il ferait probablement beau le lendemain. Cette prévision s'est entièrement réalisée. Les jours précédents, j'avais au contraire annoncé la persistance de la pluie, pour qu'on pût prendre des précautions contre les inondations. Je cite ce fait pour montrer qu'avec un simple baromètre à mercure et à curseur, on peut, facilement et sans se gêner beaucoup, faire des observations qui, en permettant de prévoir le temps, du soir au lendemain ou du matin au soir, rendraient cependant de bons services aux cultivateurs, pour la rentrée des récoltes.

En dehors des variations barométriques diurnes et périodiques, qui, dans nos pays, sont faibles et disparaissent le plus souvent sous des variations accidentelles plus considérables, une diminution de la pression barométrique est presque toujours la conséquence de l'approche du centre d'un et quelquefois de plusieurs tourbillons qui se meuvent et se déplacent à une certaine distance du point d'observation. Ces mouvements sont suivis de chocs, de mélanges et de changements de vents, qui amènent inévitablement la pluie sur les points où ils se produisent, et notamment sur le pourtour des tourbillons. Il est probable qu'il se produit aussi des tourbillons à axe horizontal ou incliné, par suite de changements dans la position du point où le courant équatorial vient retomber sur la surface de la terre.

Comme la transmission des pressions dans une masse d'air est très-facile, on conçoit que le baromètre soit sensible à des variations de

pression qui se produisent à de grandes distances, et qu'il soit possible de prévoir d'avance le temps, si l'on sait bien interpréter les indications de cet instrument. Une baisse barométrique est donc toujours l'indication d'un changement de temps, ce qu'on sait depuis longtemps ; mais, contrairement à une opinion très-répandue, la pluie ne tombe pas au moment où la colonne barométrique atteint le point le plus bas ; c'est seulement un certain temps après le minimum que ce phénomène se produit ordinairement, et c'est surtout la constatation nette de ce fait qui donne quelque intérêt aux lois que je vais formuler.

Il résulte de mes observations, qu'à Lyon on peut prévoir le temps en moyenne de dix à douze heures d'avance. Je crois que ce délai peut varier avec les localités, et qu'il doit dépendre de l'altitude du lieu, des chaînes de montagnes voisines, etc., comme la configuration des côtes modifie le mouvement des marées.

Voici les résultats que m'ont donnés de nombreuses observations faites avec suite pendant plusieurs années :

Si le baromètre, après avoir été haut, descend, il y aura généralement, douze heures après, un changement dans la direction du vent. Ce changement se fera sans pluie ou avec très-peu de pluie (exceptionnellement) ; lorsque le baromètre s'arrête dans ce mouvement de baisse, sans descendre plus bas avant de remonter, la pluie vient douze heures après l'arrêt de la colonne (étale minimum). S'il se maintient bas, la pluie persiste et le beau temps ne revient que de dix à douze heures après le moment où la colonne commence à remonter régulièrement. (Cet intervalle est quelquefois de quinze ou dix-huit heures, mais rarement.)

Si, tout en restant bas, le baromètre présente de petites oscillations de hausse et de baisse, le mauvais temps persiste avec des alternatives de pluie et d'éclaircies, qui sont d'autant plus prononcées que les oscillations sont plus fortes, et qui suivent les mouvements de la colonne barométrique à des intervalles plus courts que ceux indiqués dans la loi ci-dessus.

Enfin si, comme cela arrive le plus souvent, le baromètre, après avoir atteint le point le plus bas, remonte immédiatement d'une manière continue et régulière, la pluie viendra encore douze heures après l'étale minimum, mais elle durera peu pour faire place au beau temps.

Il résulte de ces lois, qui dérivent toutes du même principe, qu'on peut avoir très-beau temps lorsque le baromètre baisse pendant plusieurs jours et d'une manière régulière, seulement on peut affirmer d'avance que ce beau temps ne sera pas de longue durée. On voit aussi, d'après la dernière loi, que la pluie tombe souvent lorsque le baro-

mètre monte et que la colonne peut même se trouver alors au dessus de variable si la hausse est rapide. C'est ce qui justifie cette phrase que j'ai eu l'occasion de prononcer souvent et qui paraît tout d'abord paradoxale : Le baromètre monte, donc il pleuvra bientôt.

Voici encore quelques autres lois et observations qui se déduisent de mes études.

Une remonte lente mais persistante indique un beau temps sûr et persistant.

Une remonte rapide indique un beau temps de peu de durée, et, en outre, la pluie arrive après l'étale minimum, avant que l'intervalle de douze heures se soit écoulé. Ce délai est quelquefois réduit de plus de moitié, mais le cas est rare.

Une descente persistante par un vent du sud régnant depuis plus de douze heures, indique un vent de sud fort, qui devient violent si le baromètre descend très-bas.

Un mouvement *brusque de descente,* dans le mouvement général de baisse, pendant le vent du sud, indique une bourrasque forte ou violente.

Il y a, à Lyon, un vent du nord-ouest qui donne une pluie fine et persistante, bien que le baromètre continue à monter. C'est une anomalie qui se présente quelquefois.

Les orages de l'été sont bien indiqués par le baromètre ; mais, comme ils sont locaux et d'une étendue restreinte, ils peuvent ne pas éclater sur le lieu d'observation, mais seulement dans le voisinage.

Quand, par suite d'un arrêt momentané ou d'une petite oscillation dans une baisse produite par le vent du sud, il commence à pleuvoir, et que le baromètre reprend de nouveau son mouvement descendant, la pluie persiste pendant la période de baisse, et le beau temps ne revient que douze heures après le commencement du mouvement de remonte. Ce cas se présente notamment lorsqu'il existe dans l'atmosphère deux courants contraires superposés. Ces courants sont accusés par la direction de la fumée des cheminées d'usine et le mouvement des nuages.

Quand le beau temps est ramené par le vent du sud, il n'est pas de longue durée.

Après une longue série de beaux jours, le baromètre peut éprouver plusieurs oscillations faibles, mais plus fortes cependant que les variations diurnes, sans qu'il tombe de la pluie. De même, dans une série de jours pluvieux, les moindres oscillations produisent leurs effets de pluie, sans s'écarter cependant de la loi énoncée. En d'autres termes, la pluie vient plus difficilement après une série de beaux jours et plus facilement après une série de jours pluvieux.

Contrairement à une opinion très-répandue, les indications du baromètre ne sont que relatives, c'est-à-dire que ce sont les mouvements relatifs et non les hauteurs absolues de la colonne qui servent de base aux prévisions, avec cette différence cependant que le baromètre est plus souvent haut lorsqu'il fait beau, et plus souvent bas par un mauvais temps. Ainsi le baromètre peut se maintenir haut, au dessus de variable par exemple, et la pluie survenir s'il y a un petit mouvement de baisse suivi d'un mouvement de hausse, et inversement. D'un autre côté, il n'est pas rare que le baromètre soit au beau temps, bien qu'il pleuve, puisque ses mouvements de hausse et de baisse précèdent toujours les changements de temps.

Comme je l'ai déjà observé, il faut bien se garder de confondre les oscillations accidentelles du baromètre avec les variations diurnes qui se manifestent très-nettement pendant un beau temps *calme* et *fixe* et qui sont produites principalement par les courants ascendants et descendants résultant des variations de température. Ces mouvements se produisent périodiquement toutes les vingt-quatre heures et présentent deux maximum et deux minimum à des heures à peu près fixes pour chaque région.

Les lois que je viens d'énoncer s'expliquent en partie par la théorie des tourbillons dont le centre coïncide avec la région où la pression barométrique est minimum; peut-être aussi quelques circonstances locales influent-elles sur leur détermination; mais, quelque incomplètes et imparfaites que soient ces lois, il m'a paru intéressant de vous les communiquer pour qu'on puisse les vérifier et les compléter; ce sera aussi une base qui pourra servir de repère et permettra de comparer les observations faites dans diverses régions de la France. Dans tous les cas, il importe de pouvoir suivre toutes les variations du baromètre pour en déduire avec précision la prévision du temps, et, à ce point de vue, l'emploi des baromètres enregistreurs ou barométrographes présenterait de grands avantages.

M. MERGET

SUR LA RESPIRATION DES VÉGÉTAUX

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 26 août 1875. —

M. MERGET, par ses études sur la thermo-diffusion indiquées dans une précédente séance, est amené à étudier la respiration des végétaux. Il montre d'abord l'expérience suivante : si, sous l'influence de la lumière, même la plus faible, on plonge dans de l'eau chargée d'acide carbonique une feuille aérienne, ou mieux une feuille aquatico-aérienne, comme celle du *Nuphar,* tandis que l'extrémité coupée du pétiole se rend sous une éprouvette, de telle sorte que la pression à l'extrémité soit un peu inférieure à la pression atmosphérique, une atmosphère d'acide carbonique se forme autour des stomates des feuilles, et de l'oxygène se dégage par l'extrémité du pétiole ; plus la lumière est intense, plus le phénomène est rapide, et, sous l'influence de la lumière solaire, une seule feuille de *Nuphar* peut dégager jusqu'à 5 centimètres cubes d'oxygène à la minute, ce qui, en supposant que le phénomène dure dix heures par jour, correspond à la fixation de 1 gramme de carbone par vingt-quatre heures. C'est là un phénomène de nutrition exagérée que l'auteur a constaté avec la balance pendant longtemps et sur un grand nombre de sujets. Si on laisse la feuille dans les mêmes conditions, mais dans l'obscurité, les bulles d'acide carbonique qui enveloppaient les stomates disparaissent, bientôt la cellule se noie, et elle ne respire plus. C'est donc à l'état *gazeux* que l'acide carbonique est décomposé par la chlorophylle, et, pour l'auteur, la chlorophylle a la propriété de séparer immédiatement l'acide carbonique gazeux en ses éléments, carbone et oxygène.

De ce qui précède il résulte que le passage de l'acide carbonique a travers les pores des stomates est un phénomène purement physique et non pas vital, c'est un phénomène de thermo-diffusion.

Pour montrer avec quelle facilité les gaz traversent les stomates des feuilles, M. Merget prend une feuille de *Nuphar* à long pétiole ; l'extrémité de celui-ci pénètre sous une éprouvette pleine d'eau, tandis que le limbe de la feuille est dans l'air ; l'appareil étant placé au soleil, l'air atmosphérique presque pur passe très-rapidement sous l'éprouvette. La thermo-diffusion peut seule expliquer cette expérience.

M. Charles GRAD

Secrétaire du comité de statistique de la Société industrielle de Mulhouse.

LA LIMITE DES NEIGES PERSISTANTES ET LA LISIÈRE DES GLACES FIXES A LA SURFACE DU GLOBE

— Séance du 26 août 1875. —

Ni les neiges persistantes des montagnes, ni les glaces océaniques ne se maintiennent sur aucun point de la surface terrestre à une limite bien fixe. Une fusion plus ou moins rapide tend à faire disparaître partout les glaces et les neiges et arrête en tous cas leur accroissement indéfini. Cette influence de la fusion, combinée avec une évaporation assez considérable, surtout dans les hautes montagnes, élève sans cesse le bord inférieur des amas de neige et fait reculer la lisière des glaces océaniques depuis le printemps jusqu'en automne : la limite où les neiges s'arrêtent sur les monts à une hauteur à peu près constante d'une année à l'autre est la limite des neiges persistantes, de même que la ligne qui marque à la surface des mers la plus haute latitude des eaux libres peut être considérée comme la lisière des glaces à peu près fixes.

Vue de loin, la limite des neiges persistantes paraît atteindre un même niveau sur tous les points du même versant d'une même chaîne de montagnes. Elle dessine une ligne à peu près droite que les contre-forts rocheux et dénudés interrompent ou dépassent souvent, mais au dessus de laquelle les neiges accumulées dans les dépressions et les vallées ne semblent pas descendre. Si, après avoir considéré cette ligne à distance on s'en rapproche pour en déterminer l'altitude, sur les flancs des montagnes, par des mesures exactes, on lui voit subir des écarts considérables dans des localités assez rapprochées, de manière à s'élever dans les unes, à s'abaisser dans les autres, selon leur exposition. L'exposition influe beaucoup sur l'intensité de la fusion, sous l'action directe du soleil et du rayonnement de la chaleur d'abord, puis sur l'abondance plus ou moins grande des précipitations et des chutes de neige.

Parmi les physiciens qui ont essayé de fixer les rapports entre la limite des neiges persistantes et la température moyenne de l'air, aucun ne me semble avoir tenu compte de l'influence exercée par la hauteur annuelle des précipitations sur l'altitude de cette limite. Selon Bouguer, la limite des neiges persistantes correspond, sur toute la surface terrestre, à la hauteur où la température moyenne de l'année pour l'air atteint 0° centigrades. D'après Alexandre de Humboldt et

Léopold de Buch, c'est la température moyenne de 0° pendant l'été qui doit fixer la même limite. Enfin M. Renou, dans une communication faite à l'Académie des sciences et publiée p. 351 du tome LVIII des *Comptes rendus*, admet que, dans toutes « les contrées de la terre, la limite des neiges persistantes est l'altitude à laquelle la moitié la plus chaude de l'année a une température moyenne égale à celle de la glace fondante. » A vrai dire, les observations positives dont nous disposons sont insuffisantes pour établir le rapport exact entre la température de l'air et la limite inférieure des neiges persistantes. Quant à l'influence de la hauteur ou de la puissance annuelle des précipitations, elle ressort de cette simple remarque que, sous une même latitude et avec le même degré de chaleur, la limite inférieure des neiges descend d'autant plus que les neiges sont tombées en plus grande quantité et que le climat est plus nuageux. Dans toutes les chaînes de montagnes, les chutes de neige sont plus abondantes à latitude égale, sur le versant exposé en premier lieu aux vents humides, comme le démontrent notamment les observations faites sur les régions montagneuses de la Norwége, sur les Alpes du sud de la Nouvelle-Zélande, sur les monts de Kouen-Louen, de Kara-Koroum et des Himalaya.

Les études que j'ai faites dans les Alpes lors de mes observations sur le régime des glaciers me déterminent à considérer comme limite inférieure des neiges persistantes la ligne des névés déjà proposée par Hugi, le premier qui a commencé des mesures exactes pour fixer l'altitude de cette limite. Tout le monde sait que les névés sont des neiges grenues, transformées par une fusion partielle et formant à la surface des glaciers une série d'amas ou de couches annuelles successives, dont les contours sont faciles à reconnaître. Les contours de la dernière couche en amont constituent la limite inférieure des neiges persistantes, dont l'altitude précise a été mesurée seulement sur un petit nombre de points, la plupart des hauteurs indiquées par les géographes étant seulement des évaluations approximatives. Dans nos Alpes d'Europe, l'altitude moyenne de cette limite atteint 3,200 à 3,300 mètres pour le groupe des Alpes maritimes et des Alpes cottiennes ; 2,800 sur le versant nord et 3,200 sur le versant sud des Alpes du Valais ; 2,600 à 2,700 dans les Alpes de Glaris. Dans les Alpes scandinaves, où la température est plus élevée sur le versant de l'ouest exposé en même temps aux vents humides, la limite des neiges par 67 degrés de latitude descend à 1,000 mètres d'altitude, tandis que sur le versant oriental, à la fois plus sec et plus chaud, elle s'arrête déjà à 1,200 mètres. Sur le versant sud des Himalaya, plus chaud et plus humide, les neiges persistantes s'abaissent jusqu'à 4,950 mètres, et sur le versant nord, plus sec et plus froid, elles s'arrêtent à 5,300 mètres. Il en est de même sur beaucoup d'autres points du globe, comme le montrent les données

réunies dans le tableau suivant, dressé d'après les observations les plus exactes ou les plus dignes de foi que j'aie réussi à me procurer. A côté de l'altitude des neiges persistantes j'indique de plus l'altitude de l'extrémité inférieure des glaciers qui descendent le plus bas dans la même région, en faisant remarquer que cette extrémité peut s'abaisser ou se relever par suite d'oscillations assez considérables, dans un intervalle de quelques années, et ne se trouve pas en rapport direct avec la limite des neiges.

RÉGIONS.	LATITUDE.	LIMITE INFÉRIEURE des NEIGES PERSISTANTES.	EXTRÉMITÉ INFÉRIEURE DES GLACIERS.
Sept-Îles, océan Arctique.....	80° 40' Nord.	400 mètres.	?
Iles Spitzbergen.....	76° 55' »	457m	Niveau de la mer.
Groenland oriental.....	74° »	1,000m	Id.
Ile Jean-Mayen	71° »	396m	Id.
Laponie	70° »	900m N. 1,000m S.	?
Alpes scandinaves.....	67° »	1,000m O. 1,200m E.	800m Salajegma.
Islande	64° »	936m	Près de la mer Skrid Yakul
Monts Ourals.....	63° 47' »	1,400m	?
Côtes occidentales d'Amérique.	60° 51' »	1,645m	Niveau de la mer.
Montagnes Rocheuses.....	52° »	2,625m	1,320m Mont Farbus.
Monts Sajan, Sibérie.....	51° 40' »	3,310m	2,138m Iechoï.
Chaîne de l'Altaï.....	49° 45' »	2,200m	1,266m Kutunaja.
Tatra de Hongrie.....	49° 10' »	2,140m	2,108m
Alpes suisses.....	45° 50' »	2,600m N. 3,300m S.	990m Grindelwald.
Chaîne du Caucase	43° 12' »	3,430m O. 3,700m E.	1,990m Desdarok.
Montagnes Rocheuses.....	43° 2' »	3,700m	? ?
Pyrénées.....	42° 38' »	2,950m N. 3,200m S.	2,197m Vignemale.
Monts Thian-Shan.....	42° »	3,850m	3,100m ?
Sierra de Californie.....	41° 30' »	3,450m	? ?
Monts Ararat.....	39° 42' »	4,350m	3,186m Vallée de Jacob.
Sierra d'Andalousie.....	37° 5' »	3,000m N. 3,100m S.	2,933m Carral de Veleda.
Monts Elbours.....	36° »	4,400m	2,966m Deria Sach.
Chaîne de Kouen-Louen.....	36° »	4,450m N. 4,800m S.	3,100m ?
Chaîne de Karakoroum.....	35° 38' »	5,675m N. 5,920m S.	3,090m Bepho.
Himalaya.....	27° 59' »	5,300m N. 4,950m S.	3,208m Tschaja.
Cordillière du Mexique.....	19° 2' »	4,400m	4,120m El Corte.
Monts du Tigré (Abyssinie) ...	13° 10' »	4,300m	? ?
Cordillière de Colombie	4° 46' »	4,670m	4,270m Comi.
Andes de Quito	0° Equateur.	4,850m	4,600m Altar.
Massif du Chimborazo.....	1° 30' Sud.	4,850m	? ?
Monts Dochagu	3° 7' »	5,100m	? ?
Cordillière de Bolivie.....	15° 52' »	5,250m	5,000m Ilimani.
Andes du Pérou.....	19° 47' »	5,750m	? ?
Andes du Chili (Atacama).....	24° 10' »	5,330m	? ?
Andes de Nuble.....	35° 44' »	2,580m	2,200m Chillem.
Andes de Valdivia	39° 14' »	1,710m	1,500m Ventisqueras.
Nord de la Nouvelle-Zélande..	39° 20' »	2,380m	? ?
Alpes de la Nouvelle-Zélande..	43° 36' »	2,300m	200m François-Joseph.
Patagonie.....	43° 11' »	1,830m	Niveau de la mer.
Terre de Feu.....	54° 27' »	1,200m	Id.

Tous les nombres réunis ici pour quarante-deux lieux différents de la surface terrestre n'ont pas le même degré de précision ; mais ils suffisent néanmoins pour montrer que la limite inférieure des neiges persistantes ne dépend pas seulement de la température et qu'elle varie beaucoup, suivant l'abondance des précipitations, sous la même latitude. Cette limite se tient à la plus grande hauteur sur le versant sud des montagnes de Kara-Koroum, au dessus de 5,900 mètres, à l'intérieur de l'Asie, entre 35 et 36 degrés de latitude septentrionale. Elle s'arrête à 4,850 mètres dans les Andes de Quito, sous l'équateur, soit à 1,000 mètres plus bas que son élévation dans la chaîne de Kara-Koroum, à une latitude déjà élevée et sous un climat plus froid mais plus sec. Sur aucun point de notre globe, la limite des neiges persistantes n'atteint le niveau de la mer, pas même dans les régions où la moitié la plus chaude de l'année a une température inférieure à 0°, comme dans le nord du Groenland et des îles Spitzbergen. Seuls les glaciers descendent jusqu'au niveau de la mer, déjà par 43° de latitude dans le sud de la Patagonie, et par 60° de latitude sur la côte occidentale de l'Amérique du nord, sous l'influence de précipitations excessives de neige causées par les vents humides.

Les glaces des zones polaires, avons-nous dit tout à l'heure, ne s'arrêtent pas non plus d'une année à l'autre à une limite fixe, et cette limite ne correspond pas à une ligne isotherme constante à la surface des mers. D'une part, les glaces formées pendant l'hiver à la surface des mers polaires peuvent pendant l'été suivant disparaître complétement sous l'effet de la fusion, quand elles n'ont pas plus d'une année de date. D'un autre côté, ces glaces subissent des déplacements considérables sous l'influence des vents et des courants maritimes, gagnant en épaisseur d'une année à l'autre, quand la fusion ne les fait pas disparaître. Comme l'épaisseur de la glace formée à la surface des eaux libres dans les mers polaires atteint environ 3 à 4 mètres, la température de l'été peut suffire, même près des pôles, pour enlever cette tranche, ainsi qu'il ressort de mes observations sur l'ablation des glaciers dans les Alpes, où nous voyons fondre des tranches d'une égale puissance en des points où la température de l'air ne dépasse pas le maximum de 8° centigrades, et dont la moyenne de l'été de juin à septembre ne s'élève pas au dessus de 1°,5 à l'altitude de 3,000 à 3,500 mètres. Seulement la fusion des glaces marines n'est pas aussi régulière que celle des glaces terrestres, qui demeurent plus fixes. Sous l'influence des tempêtes et des mouvements de la mer, les glaces océaniques se brisent, se rompent, s'entassent. Quand leur épaisseur augmente trop pour résister à la fusion de l'été, elles tendent à s'accroître encore d'une année à l'autre sous l'effet du froid de l'hiver, et dès lors ne disparaissent

plus que sous l'influence des courants qui les entraînent à l'état flottant sous des latitudes plus chaudes. Ainsi s'établit une sorte d'équilibre entre les actions contraires qui retiennent la lisière des glaces à la surface des mers polaires dans des limites plus ou moins fixes, mais dont le tracé présente de grandes irrégularités par rapport à la latitude, et qui impliquent l'existence d'eaux libres et de passes navigables jusqu'aux pôles mêmes.

Nous ne disposons pas d'observations assez nombreuses pour le tracé des lignes d'égale température des deux zones polaires, et nous ne pouvons encore fixer le rapport de la lisière des glaces avec les isothermes. D'ailleurs l'influence des courants chauds maritimes modifie beaucoup le rapport de cette lisière avec les isothermes de l'air. D'après les résultats des explorations scientifiques entreprises pendant les dernières années et les observations thermométriques des pêcheurs norwégiens, poursuivies à la demande de l'Institut météorologique de Christiania, l'isotherme de 0° centigrade pour la mer se trouve en été sur la côte orientale du Groenland, au nord de l'île Shannon ; elle dépasse 81° de latitude au nord-ouest des îles Spitzbergen, descend ensuite jusqu'à l'île Bacren dans ce même groupe pour remonter de nouveau jusqu'au delà de 75° plus à l'est, jusqu'à Nowaja-Semlja. En janvier, cette même ligne descend jusqu'à Terre-Neuve du côté de l'Amérique, contourne ensuite la pointe sud du Groenland, rejoint la côte occidentale de l'Islande, passe au sud de l'île Bacren pour toucher la côte de Laponie, à l'est de Vardo. Sur les cartes de l'océan Arctique, la limite des glaces se trouve indiquée par 75° de latitude à l'est des îles Spitzbergen, mais elle doit être reportée beaucoup plus vers le nord. Chaque année, la mer comprise entre les îles Spitzbergen et Nowaja-Semlja devient navigable sous des latitudes bien supérieures. J'ai signalé dans une communication faite à la séance du 10 juillet 1871, de l'Académie des sciences, les profondes coupures faites au milieu des glaces de l'océan Arctique par les courants d'eau tiède venus du golfe du Mexique, montrant l'extension du Gulfstream jusqu'à 80° de latitude, sur la côte occidentale des îles Spitzbergen, et jusqu'à 76° sur la côte de Nowaja-Semlja. Si nous réunissons les observations de l'année 1871, qui présentent l'ensemble le plus complet, grâce aux efforts combinés des expéditions anglaises et des marins norwégiens et allemands, la limite des glaces entre Nowaja-Semlja et les Spitzbergen, au lieu d'être fixée par 75° de latitude, doit être reportée de plusieurs degrés plus au nord. Ainsi, le 1er septembre 1871, l'exploration autrichienne de MM. Payer et Weyprecht a atteint dans la partie jusqu'alors inexplorée de cette mer, sans difficulté 78° 48′, avec un petit navire à voiles, au milieu d'eaux ouvertes, pour gagner ensuite la côte de Nowaja-Semlja, sans

rencontrer de glace entre cette côte et 78° de latitude. La même année, l'expédition anglaise de MM. Smyth et Ulve s'éleva aussi dans le nord des Spitzbergen, le 11 septembre, jusqu'à 81° 24′ de latitude nord, et 16° 25′ de longitude à l'est du méridien de Paris, naviguant « au milieu d'eaux libres », après avoir été jusqu'à 25° 5′ de longitude est, par 80° 27′ de latitude, le 6 septembre, en voyant « la mer libre aussi loin que portait le regard, dans l'est et dans le sud. » Un marin norwégien, le capitaine Maack, a poussé, le 12 septembre, au delà de Nowaja-Semlja, dans l'océan Sibérien jusqu'à 80° 10′ de longitude est, et 75° 25′ de latitude, sans voir ni glaces flottantes, ni reflet des glaces, pour traverser ensuite sans aucune difficulté la mer de Kara et le détroit de Jagor.

Tous les navigateurs qui ont parcouru en 1870 l'océan Arctique à l'est des îles Spitzbergen, s'accordent à affirmer l'existence d'une mer libre et navigable en septembre 1871, à 4 ou 5 degrés de latitude au moins au delà des limites assignées aux glaces supposées fixes. Les résultats de l'expédition de MM. Payer et Weyprecht dans des parages auparavant inconnus et réputés inaccessibles méritent une attention particulière. Un voyageur anglais, M. Lamont, qui essaya de s'avancer dans la même direction deux mois auparavant, sans pouvoir y réussir, déclare dans une lettre du 23 août adressée au Dr Petermann, le savant et infatigable promoteur des expéditions polaires en Allemagne, que « la glace compacte se trouve là pour toute éternité. » Or, au lieu de glaces éternelles, MM. Payer et Weyprecht, atteignirent dès le 21 août 77° 17′ de latitude, et ne virent entre 26 et 34 degrés de longitude, que des glaces « en petits champs, d'une épaisseur moyenne de deux pieds, formant des traînées serrées, allongées sous l'influence des vents frais du nord », et le 1er septembre cette expédition se trouva par 78° 45′ arrêtée par les brouillards, non par les glaces. Sauf quelques icebergs d'origine terrestre et quelques amas de glaces anciennes fort rares, rien n'indiquait de grands champs de glace puissante dans le nord. Pour voir si la mer était également libre dans l'ouest, on s'avança jusqu'à 50° de longitude. Pas un seul glaçon ne se montra depuis 78° de latitude jusqu'à l'île de Nowaja-Semlja.

Dans toutes les directions, les glaces ont présenté des passes navigables vers la fin de cet été. Au sein du grand courant polaire, au nord des Spitzbergen, MM. Smith et Ulve trouvèrent, le 14 septembre, par 81° 24′ rien que des glaces flottantes, libres, en petits fragments : toute la glace qu'ils avaient vue quelques semaines auparavant formant par 79° 50′ de latitude des champs à perte de vue avait disparu complétement. A l'extrême limite de leur course, ces voyageurs observèrent une température de 0° pour l'air contre + 2° 2′ pour l'eau à la

surface. Kane, dans le port de Reusselaer, au nord de l'Amérique, par 77° 37′ de latitude, soit à trois degrés au dessous de la latitude atteinte par le capitaine Ulve, trouva, le 11 septembre 1855, une température moyenne de — 8° 5′ seulement pour l'air, et le 11 septembre 1854 une moyenne de — 12 degrés. La température semble donc plus élevée dans le nord des Spitzbergen que dans le nord de l'Amérique. D'ailleurs, dans la direction suivie par MM. Smith et Ulve, Parry trouva en 1827, par 82° 45′ rien que des glaces flottantes constamment dirigées vers le sud-ouest. Sauf dans les canaux étroits et le long de certaines côtes, il n'y a point dans l'océan Glacial, pendant l'été et l'automne, des glaces réellement fixes ou immobiles. L'action combinée des courants, des tempêtes et de l'insolation, produit une immense débâcle au sein des glaces.

Dans l'océan glacial Arctique, les eaux sont moins froides, les glaces moins compactes du côté de l'est et au nord de l'Europe que dans la partie occidentale de la mer qui baigne les côtes du Groenland. Déjà Scoresby dit avoir observé, le 24 mai 1806, par 81° 30′ de latitude nord et 17° de longitude est de Paris, soit au nord-ouest des Spitzbergen, un courant chargé de glace allant à l'est-nord-ouest, tandis que de l'est au nord on voyait des eaux libres aussi loin que portait le regard. En 1766, le capitaine Wheatley, se trouvant par 81° 10′ nord, rencontra une mer libre et de la houle venant du nord-est, pronostic d'eaux ouvertes aussi sur une vaste étendue dans cette direction également au nord des Spitzbergen. Une observation semblable fut faite par le capitaine Clarke en 1773. Les baleiniers ont souvent trouvé dans ces parages des eaux entièrement libres, sans cependant déterminer leur extension d'une manière bien exacte. Le capitaine Willis raconte de son côté. avoir vu dès le commencement de mai 1848, par 82° de latitude nord et 13° de longitude, une barrière continue de glace au nord et à l'ouest de ce point, tandis qu'à l'est on voyait seulement des eaux libres, sans glaces, allant si loin que pouvait porter le regard par un temps clair. Enfin, les chasseurs de morses de Hammerfest soutiennent qu'en septembre la glace a ordinairement disparu à l'est des Spitzbergen.

En résumé, la limite des glaces dans l'océan Arctique ne se trouve pas par 75° de latitude entre Nowaja-Semlja et les îles Spitzbergen. Cette mer est navigable chaque année sous des latitudes bien plus hautes, et il n'y a point de limite des glaces fixes et permanentes nettement établie. Chaque année, la calotte de glace plus ou moins compacte formée pendant l'hiver autour du pôle se divise, se fractionne en champs plus ou moins étendus. Les courants polaires tendent à en entraîner les débris vers l'équateur, partout où leur mouvement ne se trouve pas contrarié, avec d'autant plus de rapidité que les vents favo-

risent davantage l'action des courants et que la fusion directe sous l'influence du soleil, constamment présent au-dessus de l'horizon, est plus active. Comme les conditions météorologiques varient d'une année à l'autre, l'état des glaces et leur extension changent de même. Quant à la relation des lignes isothermes avec la limite des zones ordinairement encombrées de glace à la surface des mers polaires vers la fin de l'automne, nous ne pouvons encore songer à la donner, faute d'observations suffisantes. Aussi, après avoir montré que la lisière réelle des glaces marines ou des eaux ordinairement couvertes de glaces doit être considérablement reculée vers les pôles ; après avoir reconnu que les pôles eux-mêmes, ou leur voisinage immédiat, doivent présenter des eaux libres par intervalles, nous nous bornerons à recommander aux baleiniers qui fréquentent les mers polaires, de noter autant que possible la position des points où ils rencontrent des glaces fixes ou flottantes en prenant quelques observations de température.

M. A. DUPRÉ

Préparateur de chimie, à Paris.

THERMOMÈTRE DIFFÉRENTIEL DONNANT SIMULTANÉMENT LES TEMPÉRATURES DES BOULES ET LEUR DIFFÉRENCE. — SON EMPLOI COMME PSYCHROMÈTRE

— Séance du 26 août 1875. —

Pour observer les différences de température, on se sert d'ordinaire du thermomètre différentiel de Leslie, plus rarement du thermoscope de Rumford.

On sait que ces instruments se composent de deux boules de verre pleines d'air et réunies par un tube deux fois recourbé. Leslie a isolé l'air des deux boules au moyen d'une colonne d'acide sulfurique qui affleure vers le milieu des branches verticales, quand les deux boules sont à la même température ; une différence de température a pour conséquence une différence de niveau qu'on observe sur deux échelles verticales.

L'instrument employé par Rumford diffère du précédent en ce que la branche horizontale est plus longue et contient simplement un index d'alcool qui chemine le long d'une graduation horizontale dont les divisions ont été déterminées, comme pour le thermomètre de Leslie, par comparaison avec deux thermomètres à mercure. Le thermoscope ainsi

construit donne des résultats incertains, à cause de la volatilité de l'alcool; en réalité, il ne peut servir qu'à constater une égalité de température. Pour remédier à ce défaut, on a proposé de substituer à l'index d'alcool un index de mercure ou d'acide sulfurique.

Les thermomètres différentiels n'ont pu servir jusqu'ici qu'à déterminer les différences de température de deux points voisins ; la température propre de chacun de ces points ne pouvait s'obtenir que par l'observation d'un instrument distinct : thermomètre à air ou à mercure.

Récemment, le docteur Mendelejew a fait connaître (1) un instrument susceptible de déterminer de très-petites variations de température. Il se compose d'un réservoir muni de deux tubes verticaux : l'un capillaire, est divisé; l'autre, de section plus grande, sert à l'introduction du mercure et porte un robinet et un entonnoir. Lorsque le robinet est ouvert, l'appareil prend la température ambiante, mais quand le robinet est fermé, les oscillations du mercure dans le tube thermométrique indiquent les différences de température. L'instrument peut, du reste, être comparé au thermomètre à air, et d'après l'auteur, il est possible de s'en servir pour apprécier un millième de degré (en se servant du cathétomètre).

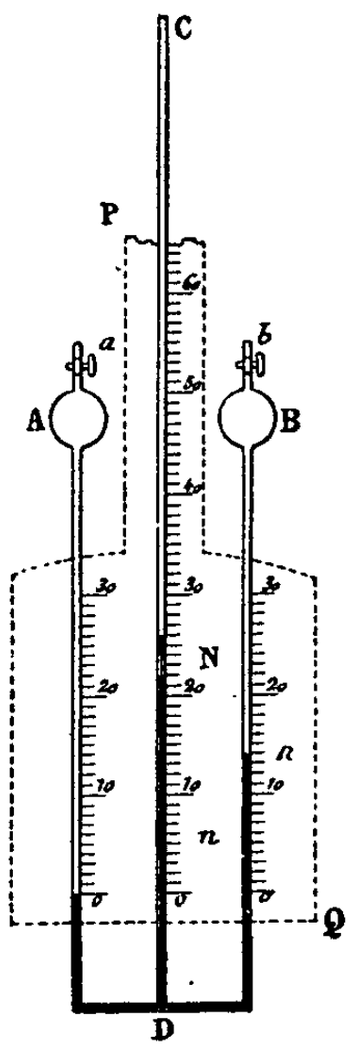


Fig. 83.

C'est, cette publication du docteur Mendelejew qui m'engage à faire connaître, à la section de physique de l'Association française, un instrument construit depuis près de deux ans.

Comme le thermomètre de Leslie, il se compose de deux réservoirs de verre (cylindriques ou sphériques) A et B, réunis par un tube capillaire deux fois recourbé. Sur le milieu de la branche horizontale est soudé un tube vertical du même calibre C D, destiné à fonctionner comme manomètre à air libre (2).

Les boules sont remplies d'air sec, elles doivent être fermées ensemble, à une température et à une pression connues : condition facile à réaliser au moyen des robinets *a* et *b*. L'appareil renferme un liquide (mercure, acide sulfurique, solution de chlorure de calcium, glycé-

(1) Berl. Deutsch. chem. Geselsch. 8.539. — Zeitschrifft für analytische chemie. Frésénius, 14ᵉᵉ année, 2.181.

(2) Ce tube C D peut aussi être fermé de manière à en faire un manomètre à air comprimé.

rine, pétrole lourd, etc.) tel, qu'il soit permis de regarder comme nulle sa tension de vapeur, à la température de l'expérience. Au moment de la fermeture des robinets, les boules étant à des températures égales, les colonnes liquides doivent se trouver sur une même ligne de niveau. Toute différence de température détermine des différences de niveau dans les trois tubes verticaux. Ces différences se lisent sur une planchette P Q, divisée en millimètres et mobile dans le plan vertical : cette disposition permet à chaque lecture d'amener le zéro des divisions au niveau le plus bas, et par conséquent de n'introduire dans les formules que des quantités positives.

On voit que, sous cette forme, l'appareil constitue un *thermomètre double à air* dans lequel les variations de température sont mesurées par des variations de pression.

Pour l'établissement des formules qui suivent, je suppose que l'appareil renferme du mercure, que les boules ont été fermées en même temps à la température T et à la pression H, les niveaux dans les trois branches étant à ce moment sur une même ligne horizontale; enfin, pour ne pas compliquer les formules, je ferai abstraction de la dilatation du verre.

Appelons t et t' les températures à mesurer, auxquelles sont soumises les boules A et B, et supposons $t > t'$; soient : h la pression barométrique au moment de l'expérience; N et n les hauteurs en millimètres des colonnes de mercure dans les tubes C et B, le zéro des graduations étant amené au niveau du mercure dans le tube A.

A cet instant, les forces élastiques de l'air emprisonné dans les boules A et B sont f et f' ; on peut écrire

$$f = \mathrm{N} + h \qquad (1)$$

$$f' = \mathrm{N} - n + h \qquad (2)$$

d'où

$$f - f' = n \qquad (3)$$

Voyons d'autre part ce que devient le volume de l'air enfermé dans la boule A. Il est V à la température T et à la pression H. A la température t et à la pression H il serait $\mathrm{V}\left(\frac{1+\alpha t}{1+\alpha \mathrm{T}}\right)$. Négligeant l'accroissement de volume, nous pouvons dire que l'air enfermé en A occupe un volume V, mais que ce volume est à la pression

Appliquant la loi de Mariotte, il vient :

$$\frac{\mathrm{V}\left(\frac{1+\alpha t}{1+\alpha \mathrm{T}}\right)}{\mathrm{V}} = \frac{f}{\mathrm{H}}$$

d'où l'on tire après simplification

$$f = \frac{H\,(1 + \alpha\, t)}{1 + \alpha\, T} \tag{4}$$

En faisant le même raisonnement pour l'air de la boule B, on trouve

$$f' = \frac{H\,(1 + \alpha\, t')}{1 + \alpha\, T} \tag{5}$$

d'où

$$f - f' = \frac{H\,\alpha(t' - t')}{1 + \alpha\, T} \tag{6}$$

Egalant les seconds membres des égalités (3) et (6), il vient

$$n = \frac{H\,\alpha\,(t - t')}{1 + \alpha\, T}$$

d'où

$$t - t' = n\left(\frac{1 + \alpha\, T}{H\,\alpha}\right) \tag{7}$$

C'est la formule connue de Leslie, indépendante de la pression barométrique au moment de l'expérience,

Si l'appareil avait été fermé à zéro degré, la formule serait

$$t - t' = \frac{n}{H\,\alpha} \tag{7 bis}$$

Pour trouver les valeurs respectives de t et de t', il suffit d'égaler les seconds membres des équations, qui donnent f et f'. On trouve ainsi :

$$t = \frac{(N + h)\,(1 + \alpha\, T) - H}{H\,\alpha} = (N + h)\left(\frac{1 + \alpha\, T}{H\,\alpha}\right) - \frac{1}{\alpha} \tag{8}$$

$$t = \frac{(N - n + h)\,(1 + \alpha\, T) - H}{H\,\alpha} = (N - n + h)\left(\frac{1 + \alpha\, T}{H\,\alpha}\right) - \frac{1}{\alpha} \tag{9}$$

Pour l'appareil fermé dans la glace fondante on aurait

$$t = \frac{N + h - H}{H\,\alpha} \tag{8 bis}$$

$$t' = \frac{N - n + h - H}{H\,\alpha} \tag{9 bis}$$

Formules assez simples, se prêtant facilement à la construction des tables, car on peut calculer une fois pour toutes le coefficient $\frac{1 + \alpha\, T}{H\,\alpha}$ et le terme $\frac{1}{\alpha}$.

Lorsque l'appareil est rempli de mercure, une différence de température de un degré est accusée par une différence de niveau de deux millimètres sept dixièmes. Lorsqu'on emploie un liquide autre que le mercure, il faut multiplier les quantités H et h qui entrent dans les

formules, par le rapport de la densité du mercure à celle du liquide employé. Avec de l'acide sulfurique marquant 66° à l'aréomètre de Baumé, et dont la densité est 1,842, *une différence d'un degré* se manifeste par une différence de niveau de *dix-neuf millimètres neuf dixièmes*. Ce nombre me dispense d'insister sur la sensibilité de l'instrument, qui donnera facilement le millième de degré en faisant les lectures au cathétomètre, ou mieux en y appliquant, comme je me propose de le faire, le levier à réflexion que M. Cornu a fait connaître à la session de Lille. J'espère que l'étude de quelques phénomènes calorifiques sera rendue plus facile par l'emploi de cet instrument; il convient notamment pour la mesure des coefficients de conductibilité dont je me réserve l'étude avec mon ancien maître, M. Forthomme, professeur à la Faculté des sciences de Nancy, dont les excellents conseils ne m'ont jamais fait défaut.

En terminant, j'ajoute que, monté en *psychromètre,* l'une des boules étant maintenue mouillée, l'appareil donnera de bons résultats ; il fera disparaître les erreurs, qui, dans ces instruments, proviennent de la non-identité des deux thermomètres à mercure.

M. Francis ROCHARD

EXPOSÉ DE LA MÉTHODE DE MUSIQUE ALPHABÉTIQUE

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 26 août 1875. —

M. le professeur Francis **Rochard**, fondateur de l'Ecole de musique alphabétique, de Paris, fait l'exposé de la nouvelle méthode qu'il a créée pour l'enseignement de la musique, et qui, expérimentée à l'Association polytechnique, dans les années 1874 et 1875, a donné les plus complets et les plus rapides résultats.

M. Francisque MICHEL

OBSERVATIONS SUR LES PARATONNERRES

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 26 août 1875. —

M. Francisque Michel résume devant la section le résultat des observations qu'il a été chargé de faire sur les paratonnerres des édifices de Paris. En général, les accidents observés provenaient de dérivations résultant de joints mal établis.

M. F. Michel cite les curieux effets observés en particulier à Saint-Eustache et à la Santé. Puis il indique ses conclusions : Le paratonnerre doit être terminé par un cône de cuivre de 40 degrés d'ouverture ; le conducteur doit être fait de barres carrées ou même de lames, mais non de fils formant un câble ; la communication avec le sol doit être établie à l'aide de grandes plaques de tôle plombée plongeant dans une nappe d'eau souterraine : si l'on ne dispose que de peu d'espace, on enroulera la lame de tôle plombée en forme de spirale, les diverses spires ne se touchant pas. Il faut, au moins deux fois par an, essayer le paratonnerre.

M. Victor BOUHY

Directeur général des mines d'Engis (Belgique).

CIRCULATION DE LA FOUDRE DANS LES TRAVAUX SOUTERRAINS D'UNE MINE MÉTALLIQUE DE LA SOCIÉTÉ DE LA NOUVELLE MONTAGNE, A ENGIS (BELGIQUE)

— Séance du 26 août 1875. —

Il est rare de voir la foudre pénétrer dans des puits ou des travaux de mines, et surtout produire ses effets à des profondeurs ou à des distances relativement grandes. Lorsque ce cas se présente, il peut être fort intéressant de recueillir et de consigner les circonstances dans lesquelles le phénomène s'est produit ; c'est ce que j'ai fait lorsque, le 10 février 1869, le fluide électrique a pénétré dans les travaux d'une mine métallique de la Société de la Nouvelle-Montagne, à Engis, près Liège (Belgique).

Je vais donner en quelques mots les résultats de l'enquête à laquelle je me suis livré.

Le 10 février 1869, à 6 heures 1/2 du soir, pendant un violent orage qui a éclaté aux Awirs et aux environs (province de Liége), la foudre est tombée à l'œil d'une galerie servant à l'exploitation d'un gîte de minerais de zinc et de plomb, dit gîte Est des Awirs, appartenant à la Société de la Nouvelle-Montagne : conduit par les rails en fer et marchant dans le sens du courant d'air, le fluide électrique a parcouru pour ainsi dire tous les travaux ou voïes libres et est sorti par le puits d'air.

Le dit gîte se trouve enclavé dans une montagne élevée de 90 mètres au dessus de la vallée, sur la rive gauche de la Meuse, et s'y présente dans une position presque verticale ; il occupe une excavation allant de l'est à l'ouest dans le calcaire, parallèlement à la direction générale des bancs de roche.

On a ouvert une galerie au fond de la vallée et l'on a pénétré horizontalement dans la montagne, formée de bancs de calcaire ; après avoir parcouru une distance de 80 mètres, on est arrivé à un amas de minerais et de sables ; on a poursuivi la galerie dans ce gîte jusqu'à 250 mètres environ de l'orifice, et l'on a établi cinq étages d'exploitation à des profondeurs de 6 m 50, — 8 m 50, — 13 m 50, — 16 m — et 18 m sous niveau de la galerie supérieure.

Le 10 février 1869, la partie la plus à l'est était abandonnée sur 110 mètres de longueur ; cette exploitation était remblayée, les rails des voies étaient enlevés et il n'y circulait plus d'air ; la galerie principale partant du jour n'était donc plus libre que sur une longueur de 140 mètres au lieu de 250.

La planche II donne les travaux libres à cette date.

O est l'œil de la galerie partant du fond de la vallée ; quelques galeries sont ouvertes en roche et dans le gîte au niveau de l'œil O ; une autre galerie à 13 mètres plus bas ; enfin il y a une exploitation à 16 mètres sous la galerie supérieure O. Ces travaux étaient les seuls en activité ; on n'exploitait pas aux autres étages.

La marche du courant d'air est indiquée par des flèches ; C et E sont des portes en bois pour forcer le courant à parcourir la galerie supérieure jusqu'à son extrémité libre.

F J en pointillé rouge est une cheminée (suivant la pente du gîte) que l'on était occupé à remplir avec des déblais provenant d'autres points de l'exploitation.

G H descenderie en gîte, au pied de laquelle étaient les travaux d'exploitation de l'étage de 13 mètres ; on avait établi un tuyau en zinc de 0 m 30 de diamètre pour permettre l'aérage de la partie de cette exploitation à l'est de la descenderie ; afin de forcer le courant d'air à passer en entier par ce tuyau en zinc, qui avait 7 mètres de longueur, ce dernier prenait son origine dans le pied de la descenderie, qui, à cet endroit, était bouchée par des couvertures d'étoupes. Dans la galerie, à 13 mètres et près de la descenderie, était établie une petite pompe à balancier et à bras d'homme que l'on mettait en jeu lorsqu'à la suite de fortes pluies il arrivait de l'eau dans les travaux à 16 mètres.

K L, puits en gîte pour amener les produits de l'étage de 13 mètres au niveau des galeries de l'étage supérieur ; le 10 février, au moment où l'orage éclatait, on n'opérait aucune extraction par ce puits.

M N, puits dans lequel étaient établis deux étages de pompes, l'un à 7 mètres de profondeur, l'autre à l'orifice du puits ; ces pompes, de 0 m 15 de diamètre, étaient mises en jeu à chaque étage par deux femmes et un jeune ouvrier et relevaient les eaux de l'étage de 13 mètres au niveau supérieur.

P Q, bure d'air ayant son pied au niveau des galeries supérieures et débouchant sur le flanc de la montagne.

Au point B, était établi un petit ventilateur à ailes planes de la forme des ventilateurs de cabaret, et mis en mouvement par un homme ; cet appareil, dont les ailes étaient en tôle de fer, occupait toute la largeur de la galerie et laissait entre sa partie supérieure et le ciel de la voie un espace de 0 m 30 de hauteur et 0 m 50 de largeur fermé par une toile ; cette toile était levée, pour ne pas intercepter la circulation de l'air lorsque le ventilateur n'était pas mis en mouvement.

La galerie principale, depuis son orifice O jusqu'à son extrémité G, ainsi que la partie de galerie en gîte au même niveau depuis la bure d'extraction K L jusqu'au puits des pompes M N et de là jusqu'au point D de la galerie principale, étaient munies de rails en fer ; il en était de même de la portion de la galerie au niveau de 13 mètres depuis la bure d'extraction K L jusqu'à l'extrémité R à l'est ; dans le reste des voies libres, il n'y avait pas de fer sur le sol.

Dans la vallée et à 120 mètres au sud de l'œil O de la galerie, se trouvait l'orifice d'un grand puits pourvu de machines à vapeur d'exhause et d'extraction avec molettes et que l'on enfonçait pour aller recouper le gîte en profondeur ; ce puits avait alors une profondeur de 55 mètres.

Tel était l'état des travaux et des lieux le 10 février à 6 heures 1/2 du soir, pendant l'orage ; les décharges électriques se succédaient avec une telle rapidité et une telle intensité que la vallée était éclairée comme en plein jour ; l'eau se précipitait du ciel en grande abondance. Tout à coup, la foudre tombe à l'orifice O de la galerie ; le fluide électrique parcourt la galerie principale supérieure jusqu'au point G, tête de la descenderie, se rend par cette descenderie et le tuyau d'aérage en zinc au fond de la galerie ouverte à l'étage de 13 mètres, suit cette galerie vers l'ouest jusqu'au puits des pompes M N, parcourt ce puits et la petite galerie supérieure d'aérage T, traverse le ventilateur et sort de la mine par le puits d'air P Q.

On n'a pu constater si au pied de la bure d'extraction K L une partie du fluide est monté par ce puits pour suivre les rails qui étaient établis au niveau supérieur entre ce puits et la bure des pompes ; comme on n'effectuait en ce moment aucune extraction par ce puits K L, il n'y avait personne entre ces deux puits ; ce qui est certain, c'est que le fluide est remonté par le puits des pompes M N, car des ouvriers qui y étaient occupés à 7 mètres du pied en ont ressenti les effets. Comme il est dit ci-avant, la partie de la galerie à 13 mètres de profondeur comprise entre la bure d'extraction K L et la bure des pompes M N n'est pas pourvue de rails en fer ; il y a simplement un chenal en bois sur le sol pour la conduite des eaux.

Tous les ouvriers sans exception qui étaient dans la mine ont plus ou moins ressenti les effets du passage du fluide électrique. Voici les impressions éprouvées par chacun d'eux.

Au point A, à 10 mètres de l'orifice O de la galerie principale, se trouvait un ouvrier qui se rendait à son poste dans la mine : il marchait entre les deux rails ; il a été renversé contre une paroi puis culbuté par terre ; il a ressenti « une forte commotion et un fort engourdissement dans les jambes » et a aperçu une flamme bleuâtre allant rapidement vers l'intérieur de la mine. (Tous les ouvriers qui ont éprouvé cet engourdissement des jambes, disent qu'ils ont eu « les jambes endormies et que pendant quelques instants il leur a été impossible de marcher. »)

Au point F, deux ouvriers étaient occupés à vider dans la cheminée F J des déblais amenés dans un petit gaillot en tôle ; celui qui était le plus près de la tête de la cheminée, c'est-à-dire au delà du gaillot, n'a pour ainsi dire rien éprouvé, tandis que son compagnon qui se trouvait de l'autre côté, par conséquent plus près des rails de la voie, a senti « un engourdissement dans les jambes et de fortes commotions dans les bras. » Ils ont entendu tous les deux un bruit semblable « à l'explosion d'une capsule de fusil. » Le premier étant à l'extrémité de la petite galerie allant à la tête de la cheminée, se trouvait en dehors de la ligne de parcours du fluide.

Au point R, près de l'extrémité de la galerie au niveau de 13 mètres, un ouvrier qui venait de remonter des travaux à 16 mètres, se trouvait placé à deux mètres du bout du tuyau d'aérage en zinc ; il a ressenti « de fortes commotions à la face et dans les membres, et un engourdissement général ; il a très-bien constaté une odeur sulfureuse aigre-douce »; (c'est ainsi qu'il l'a définie); il était devenu pâle comme un mort.

Un autre ouvrier qui était dans la galerie au niveau de 16 mètres n'a rien éprouvé.

La pompe établie près du pied de la descenderie G H était desservie par trois ouvriers, qui ont ressenti « de fortes commotions dans les bras et les jambes, et qui tous ont entendu un bruit analogue à celui produit par l'explosion d'une capsule de fusil. Un autre ouvrier qui se trouvait à 3^{m} 50 à l'ouest du pied de la descenderie, a également entendu « le bruit d'une petite explosion, mais n'a éprouvé aucune secousse »; il se souvient qu'à ce moment il n'avait pas les pieds sur les rails.

Au point S se trouvaient cinq ouvriers; deux étaient baissés et graissaient les essieux de leur chariot ; ils ont eu « les bras secoués et ont éprouvé de fortes commotions »; l'un d'eux a été renversé. De

l'autre côté du chariot, un chef de poste et deux boiseurs étaient occupés à réparer la voie ; ils ont eu tous les trois « les jambes engourdies et ont éprouvé une forte secousse aux bras, ont vu passer une flamme bleuâtre et ont senti une odeur sulfureuse »; deux de ces ouvriers n'ont pu continuer leur travail.

Au puits des pompes M N, deux femmes sur le palier, à 7 mètres dans le puits, étaient occupées à la manœuvre du balancier ; un jeune ouvrier qui les accompagnait se reposait assis sur le palier ; les deux femmes « ont ressenti de fortes commotions dans tous les membres et un engourdissement des jambes »; le jeune ouvrier n'a pour ainsi dire rien éprouvé.

Les deux femmes et le jeune ouvrier occupés à la manœuvre de la pompe à l'orifice de ce puits « ont eu les bras et les jambes engourdis avec commotion, et ont vu passer une flamme bleuâtre »; une de ces ouvrières a été lancée contre la paroi et culbutée par terre ; ces femmes ont été fort effrayées et se sont mises à crier au secours sans pouvoir ou oser changer de place.

Enfin, le fluide électrique a gagné le puits d'aérage en traversant le ventilateur et en passant probablement par l'ouverture au-dessus de cet appareil ; il n'y avait personne en cet endroit, parce que l'ouvrier qui devait faire fonctionner le ventilateur était en route pour se rendre à son poste.

Les ouvriers mineurs proprement dits et divers autres, formant le poste de nuit, n'étaient pas entrés dans la mine.

On n'a pu reconnaître aucune dégradation matérielle causée par le fluide électrique pendant sa promenade dans les travaux ; on a constaté seulement près de l'orifice du puits d'aérage, une forte pierre calcaire dans un mur qui a été brisée par la foudre ; mais rien ne dit que ce n'était pas l'effet d'une autre décharge électrique.

Les ouvriers ont, en général, été très-effrayés ; ceux qui avaient été culbutés répandaient l'effroi ; six se sont sauvés hors de la mine immédiatement après le passage de la foudre et n'ont pas voulu reprendre ce jour-là leur travail ; il en est qui pendant trois jours n'ont pas osé pénétrer dans les travaux, parce qu'ils sont restés tout ce temps sous l'impression de la terreur qu'ils avaient éprouvée ; ayant ressenti tous les effets d'une forte décharge de machine électrique, ils avaient cru un moment que leur vie était compromise ; ils ne se rendaient pas compte de ce qui se passait, car ils ignoraient, pour la plupart, qu'un violent orage venait d'éclater à l'extérieur.

Les ouvriers occupés dans le puits en construction à 120 mètres dans la vallée au sud de l'œil O de la galerie, n'ont rien éprouvé ; ceux qui étaient à la surface, aux abords de ce puits, n'ont rien remarqué d'anormal vers l'endroit où se trouve l'œil O de la galerie, qui leur était

caché par une avancée de la montagne ; ils n'ont eux-mêmes éprouvé aucune sensation particulière qui aurait pu être produite par une décharge de fluide électrique.

Dans la séance du 23 août 1875, les sections réunies de physique (5e section) et de météorologie et de physique terrestre (7e section) ont émis, à l'unanimité, le vœu suivant :

La section de physique émet à l'unanimité le vœu de voir le décret du 13 février 1873 rendu définitivement applicable à tout le territoire français et spécialement au département de la Loire-Inférieure, auprès duquel M. Laisant se propose d'agir en qualité de membre du conseil général.

6e Section

CHIMIE

PRÉSIDENT D'HONNEUR..... M. DUMAS, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences.

PRÉSIDENT..... M. AD. WURTZ, Membre de l'Institut, Doyen de la Faculté de Médecine de Paris.

VICE-PRÉSIDENTS D'HONNEUR. M. ANDREWS, professeur au Queen's college, Belfast.

M. VON BAUMHAUER, Secrétaire perpétuel de la Société des Sciences de Hollande.

VICE-PRÉSIDENT..... M. BALARD, Membre de l'Institut.

SECRÉTAIRE..... M. R.-D. SILVA, Chef des travaux de chimie analytique à l'École centrale des Arts et Manufactures.

M. C. FRIEDEL

Maitre de conférences à l'École normale supérieure, Conservateur des collections de minéralogie à l'École des Mines,

& M. J. GUÉRIN

Ingénieur civil des Mines.

SUR DIVERSES COMBINAISONS DU TITANE

— *Séance du 20 août 1875.* —

Dans le classement des éléments en familles naturelles, le titane a été placé avec raison à côté du silicium, avec lequel il présente de

grandes analogies ; l'isomorphisme des fluotitanates avec les fluosilicates, les fluostannates, les fluozirconates, démontré par M. Marignac (1); la correspondance des tétrachlorure, tétrabromure et tétraiodure de titane avec ceux de silicium ; l'existence de composés organiques tout à fait semblables à la trichlorhydrine éthyle-silicique, et au silicate tétréthylique, existence reconnue par MM. Friedel et Crafts d'une part (2), par M. Demarçay de l'autre (3), suffisent pour justifier l'attribution de cette place au titane.

Néanmoins, en face de ces analogies se placent des différences non moins dignes d'attention. Des diverses formes cristallines de l'acide titanique, aucune ne se rapproche de celle de la silice. Les titanates naturels sont très-différents des silicates : le bisilicate ferreux (Hédenbergite), dont la composition présente une grande analogie avec celle de l'Ilménite (fer titané), n'y ressemble en rien par la forme et par les propriétés.

D'autre part, l'on verra, dans la suite de ce travail, que le titane, par ses combinaisons oxydées et chlorées inférieures, se rapproche singulièrement du fer.

Il nous a semblé qu'il serait utile de soumettre à un nouvel examen un certain nombre de ses composés, tant au point de vue de la place qui doit lui être assignée dans le tableau des corps simples, qu'à celui plus général de l'étude des relations pouvant exister entre un même élément et plusieurs autres, suivant le degré de combinaison du premier que l'on considère. Ce travail nous a occupés longtemps. Les résultats n'en sont pas aussi complets que nous l'eussions désiré. Néanmoins nous avons trouvé un certain nombre de faits intéressants et plusieurs composés nouveaux qui viennent enrichir la série, peu nombreuse jusqu'ici, des dérivés du titane.

Notre étude a porté particulièrement sur les chlorures, sur un oxychlorure, sur les oxydes inférieurs, et enfin sur les azotures de titane.

CHLORURES DE TITANE.

Hexachlorure dititanique $Ti^2 Cl^6$. Ce composé a été, comme on sait, découvert par Ebelmen, qui l'a décrit sous le nom de sesquichlorure, devenu impropre depuis que l'on a reconnu qu'il fallait doubler le poids atomique du titane. Il l'a obtenu en faisant réagir au rouge l'hydrogène sur la vapeur de tétrachlorure (4). Nous avons réussi à produire

(1) *Annales des Mines* (5), t. XV.
(2) *Bull. Soc. Chim.* (2), t. XIV, p. 98.
(3) *Comptes rendus*, t. LXXX, p. 51.
(4) *Annales de Chimie et de Phys.* (3), t. XX, p. 386.

l'hexachlorure par une réaction analogue à celle qui a fourni à l'un de nous l'hexaïodure disilicique (1). Nous avons chauffé à 180-200° pendant quelques heures, du tétrachlorure de titane avec de l'argent pulvérulent réduit du chlorure par le zinc. Lorsqu'on a employé pour une molécule de tétrachlorure un atome d'argent, après la réaction, le contenu du tube est entièrement sec, d'un brun-rouge, et formé de chlorure d'argent et d'hexachlorure de titane. L'on ne peut extraire ce dernier qu'à l'aide de l'eau ; tous les autres dissolvants essayés, chlorure de carbone, chloroforme, sulfure de carbone, benzine, éther, et même le tétrachlorure de carbone, sont sans action sur l'hexachlorure. On ne peut pas non plus extraire celui-ci par distillation. Lorsqu'on chauffe le tube à une température qui n'est pas de beaucoup supérieure à celle à laquelle la réaction de l'argent sur le tétrachlorure a eu lieu, on voit s'en produire une exactement inverse, qui régénère l'argent métallique avec distillation de tétrachlorure de titane.

Nous avons constaté qu'un mélange fait directement de chlorure d'argent bien sec et d'hexachlorure, préparé par le procédé d'Ebelmen, donne également du tétrachlorure de titane, avec réduction à l'état métallique du chlorure d'argent.

Cette réaction curieuse est-elle due simplement au renversement, à des températures assez peu éloignées de l'ordre des affinités relatives de l'argent, du chlore et du titane? Nous pensons qu'il faut l'attribuer à une autre cause : la décomposition de l'hexachlorure ; ce corps avait été considéré par Ebelmen, comme volatil, ainsi que cela était naturel, puisqu'il se condense en cristaux dans les parties froides du tube dans lequel on le produit. Mais s'il se dépose là, c'est qu'il s'y forme. Lorsqu'on essaye de le distiller dans une atmosphère d'hydrogène, il commence à se décomposer à la température d'ébullition du soufre, avec formation de tétrachlorure et d'un composé noir, dont il sera parlé avec détail plus loin. Cette décomposition se fait à une température à laquelle l'hydrogène ne réagit pas encore sur le tétrachlorure pour produire l'hexachlorure.

Le composé noir qui se produit est un sous-chlorure de titane, extrêmement réducteur et capable de décomposer l'eau à la température ordinaire. C'est lui qui, se formant par la décomposition de l'hexachlorure, réagit sur le chlorure d'argent, pour régénérer de l'hexachlorure, qui se détruit à son tour et ainsi de suite, jusqu'à volatilisation complète du titane. Nous admettons que c'est l'hexachlorure qui se produit, et non pas directement le tétrachlorure, parce que la réaction se fait à une température où l'argent décompose ce dernier.

(1) *Bulletin Soc. Chim.* (2), t. XII, p. 92.

Le brome réagit sur l'hexachlorure de titane à la température ordinaire, et mieux avec l'aide d'une douce chaleur.

Lorsqu'on chauffe le mélange, on voit distiller un liquide coloré par un excès de brome, fumant fortement à l'air, qui se résout à la distillation en plusieurs produits : du tétrachlorure de titane, une quantité notable d'un liquide bouillant vers 160°, qui n'est autre chose qu'un *chlorobromure* $Ti^2 Cl^3 Br$; enfin, à des températures plus élevées, il passe d'autres produits, qui sont sans doute les autres chlorobromures et peut-être même une petite quantité de bromure de titane.

Dichlorure $Ti Cl^2$. Lorsqu'on chauffe l'hexachlorure de titane dans un courant d'hydrogène à une température dépassant celle de l'ébullition du soufre, on voit se dégager des vapeurs de tétrachlorure; si l'on continue l'opération assez longtemps, le dégagement s'arrête, et alors on trouve que l'hexachlorure en écailles violettes s'est transformé en une matière noire, légère, ayant quelquefois conservé la forme des lames d'hexachlorure, ayant d'autres fois pris un aspect velouté. Ce corps est un chlorure de titane répondant à la formule $TiCl^2$, et analogue aux protochlorures (qu'il vaudrait mieux appeler dichlorures) d'étain ou de fer.

La préparation de ce composé à l'état de pureté est très-difficile; il faut éviter avec le plus grand soin l'introduction dans les appareils de l'humidité et de l'air, qui entraîne la formation d'un oxychlorure de titane, dont il sera question plus bas. On y réussit en employant pour la préparation de l'hexachlorure un long tube en verre peu fusible, auquel on a soudé d'un côté une cornue tubulée, et de l'autre, un tube abducteur recourbé, pour recueillir l'excès de tétrachlorure qui distille. Le tube est recouvert de clinquant dans la partie la plus rapprochée de la cornue, partie qui est destinée à être chauffée aussi fortement que possible sur la grille à gaz. La deuxième partie du tube est protégée seulement par une rigole de clinquant placée au dessous. La cornue tubulée reçoit, au moyen d'un bouchon percé, un entonnoir dont la douille porte une tubulure latérale permettant d'y laisser entrer le courant d'hydrogène. L'entonnoir, en forme de poire, est fermé par une baguette rodée que l'on peut soulever de manière à laisser entrer dans la cornue la quantité de liquide que l'on veut. Une tubulure fermée à l'aide d'un bouchon permet d'introduire le chlorure de titane dans l'entonnoir, sans interrompre le courant d'hydrogène et sans ouvrir de passage à l'air. L'hydrogène, purifié par son passage à travers un tube rempli de sulfate de cuivre, et un autre garni de cuivre chauffé au rouge, se dessèche en traversant un appareil à boules rempli d'acide sulfurique, deux longs tubes à ponce sulfurique, et un tube en U à anhydride phosphorique. Après qu'on a soigneusement chassé

l'air et séché l'appareil au moyen du courant d'hydrogène, on introduit le tétrachlorure de titane dans la cornue, et on chauffe le tube, puis on fait distiller doucement le tétrachlorure. On voit aussitôt se déposer dans la partie froide du tube, des lamelles hexagonales violettes d'hexachlorure. Une partie est même entraînée d'abord jusque dans le récipient où l'on recueille l'excès de tétrachlorure. L'hexachlorure qui se forme se dépose dans le tube au voisinage de la partie chauffée au rouge, de manière à le boucher, si l'on ne chauffe pas de temps à autre pour en déplacer une partie. En chauffant au rouge sombre presque toute la partie du tube non revêtue de clinquant, et en éteignant les becs à gaz, de manière que l'hexachlorure se dépose dans les parties de plus en plus rapprochées de la cornue, on peut en obtenir une quantité assez notable. Tout le tétrachlorure étant distillé, on laisse refroidir le tube en maintenant toujours le courant d'hydrogène; puis, lorsque l'appareil est froid, on remplace l'hydrogène par de l'acide carbonique sec; on bouche le tube à son extrémité avec de la cire, et on le détache de la cornue au moyen d'un trait de lime. Un matras d'essayeur, auquel est soudé un tube abducteur latéral, a été rempli d'acide carbonique sec. On y fait passer rapidement l'hexachlorure en s'aidant d'une baguette de verre ou d'un fort fil de platine. Puis on ferme l'appareil avec un bouchon percé d'un trou que traverse un tube descendant jusque dans le matras; ce tube sert à y amener l'hydrogène. Le matras est placé dans un bain de sable que l'on chauffe au rouge sombre dès que l'hydrogène a complétement déplacé l'acide carbonique. Aussitôt que la température s'élève, on voit l'hydrogène entraîner des fumées de tétrachlorure de titane. On continue l'opération jusqu'à ce qu'on n'aperçoive plus de fumées. On laisse alors refroidir dans le courant l'hydrogène; on remplace l'hydrogène par l'acide carbonique et on peut ensuite transvaser le dichlorure dans un tube préalablement rempli d'acide carbonique et l'y sceller.

Avant de procéder ainsi, nous préparions le dichlorure dans le tube même où venait de se déposer l'hexachlorure, en chauffant au rouge sombre la partie renfermant ce corps. Mais il est difficile de réussir à chauffer le tube assez également pour obtenir un bon résultat. Ou bien l'on n'élève pas assez la température, et alors il reste de l'hexachlorure non décomposé; ou bien l'on chauffe trop fort, et le produit renferme une forte proportion d'oxychlorure dont l'oxygène vient probablement de l'attaque du verre même.

Il faut en tous cas avoir soin, avant de sortir du tube le dichlorure pour le garder dans des récipients scellés, de déplacer tout l'hydrogène par l'acide carbonique. Sans cette précaution, le dichlorure pourrait

prendre feu au contact de l'air; il agit sans doute à la façon de la mousse de platine, et s'échauffe jusqu'à l'incandescence par la combinaison de l'hydrogène condensé à sa surface avec l'oxygène de l'air. Il faut aussi chasser l'air des récipients, car le dichlorure absorbe l'oxygène à la longue en se transformant en tétrachlorure et acide titanique, comme fait d'ailleurs aussi l'hexachlorure.

Le dichlorure de titane est formé d'écailles noires légères, conservant parfois la forme de l'hexachlorure ; il se présente aussi en enduits veloutés, quand il a été sublimé, ce qui peut se faire au rouge. Il attire fortement l'humidité et se change au contact de l'air humide en une sorte de mousse blanchâtre. Il réagit vivement sur l'eau, et produit à son contact un bruit de fer rouge; quand on verse sur lui une ou deux gouttes d'eau de manière à ne pas le mouiller complétement, il prend feu. Plongé dans l'eau, il la décompose vivement avec dégagement d'hydrogène. La solution qui se forme est colorée en jaune et précipite en noir par l'ammoniaque ; le précipité noir tourne au bleu, puis devient blanc avec dégagement d'hydrogène.

Le dichlorure de titane est attaqué à froid par l'acide azotique étendu, avec dégagement de vapeurs nitreuses. Il brûle à l'air comme de l'amadou, lorsqu'on le chauffe, en émettant des fumées de tétrachlorure et en laissant un résidu d'acide titanique. Il est insoluble dans l'éther, le sulfure de carbone, le chloroforme, le tétrachlorure de titane. Il réagit sur l'alcool à 99° 5 centésimaux, surtout lorsqu'on chauffe légèrement, avec dégagement d'hydrogène et production d'une liqueur jaunâtre, qui précipite en bleu noir par l'ammoniaque.

L'ammoniaque sèche réagit au rouge sur le dichlorure, sans donner un azoture particulier ; il se forme, dans cette réaction, l'azoture cuivré $Ti^3 Az^4$, avec dégagement d'hydrogène.

Le brome se combine avec le dichlorure en fournissant un liquide incolore, fumant à l'air, qui bout vers 180° et qui est sans doute le chlorobromure $Ti Cl^2 Br^2$.

OXYCHLORURE DE TITANE.

Dans les préparations du dichlorure de titane, nous avons rencontré d'une manière à peu près constante, mais en porportions qui vont diminuant à mesure que l'on augmente les précautions pour éviter l'entrée de l'air et de l'humidité dans l'appareil, de petites lamelles mordorées qu'Ebelmen avait déjà remarquées dans les tubes où il avait préparé l'hexachlorure. Ebelmen avait supposé que c'était le protochlorure de titane ; nous avons reconnu que c'est un oxychlorure répondant à la formule $Ti^2 O^2 Cl^2$ et appartenant par conséquence au même type de combinaison que l'hexachlorure titanique $Ti^2 Cl^6$.

Cet oxychlorure n'est pas immédiatement attaquable par l'eau, ni par l'acide azotique très-étendu à froid. Lorsqu'il est mélangé au dichlorure, on peut le séparer de ce dernier par un traitement à l'eau et par une filtration ; néanmoins, dans ce cas, il paraît toujours être légèrement altéré.

Dans la préparation du dichlorure, on n'en obtient que de très-faibles quantités, même en recherchant les circonstances favorables pour sa production. Nous avons pensé que nous en obtiendrions davantage en faisant réagir un mélange d'hydrogène et de tétrachlorure de titane sur l'acide titanique, au rouge vif. En effet, dans ces conditions, la proportion produite est un peu plus considérable; la petite quantité d'eau formée par la réduction de l'acide titanique par l'hydrogène fournit l'oxygène nécessaire à la production de l'oxychlorure et les parois du tube de porcelaine ou de verre se tapissent d'un enduit velouté de lamelles cristallisées. Ces dernières sont rectangulaires et paraissent appartenir au type orthorhombique, l'extinction de la lumière polarisée se faisant lorsque l'une des lames est parallèle au plan de polarisation du polariseur ou de l'analyseur croisés. Ces lames sont d'un jaune brun mordoré et laissent passer une lumière rouge brun. Elles sont attaquables par l'ammoniaque, qui les fait noircir, puis devenir blanches en gardant leur forme, et par l'acide azotique. Avec l'ammoniaque, on peut constater un dégagement d'hydrogène ; c'est ce qui se fait surtout facilement, après qu'on a chauffé l'oxychlorure en vase clos à 100°, avec l'ammoniaque, au moment de l'ouverture du tube. Ce fait prouve bien que l'oxychlorure n'appartient pas au type du tétrachlorure $TiCl^4$, mais à celui de l'hexachlorure Ti^2Cl^6.

L'oxychlorure se conserve assez longtemps à l'air ; mais il finit par blanchir en se transformant en acide titanique. Lorsqu'on le chauffe à l'air, il brûle en donnant de l'acide titanique et des fumées de tétrachlorure.

SESQUIOXYDE DE TITANE.

Dans les opérations où nous avons préparé l'oxychlorure de titane par l'action d'un mélange d'hydrogène et de vapeur de chlorure de titane sur l'acide titanique, nous avons trouvé ce dernier transformé en une matière cuivrée à reflets violacés. Au microscope, on reconnaît que cette matière est formée de cristaux isolés ou groupés. Ce n'est pas seulement le contenu de nacelles qui a pris cet aspect ; les tubes de porcelaine sont revêtus en partie d'un enduit de même nature et de cristaux isolés en jolies lames hexagonales. Il ne faut pas confondre cet enduit rouge-cuivré avec un autre enduit jaune de lai-

ton, qui se présente souvent dans la partie antérieure des tubes et des nacelles, et qui recouvre même parfois les cristaux rouges. Cet enduit jaune est de l'azoture de titane, qui a pris naissance aux dépens de l'azote de l'air ; nous montrerons plus loin quelle est sa composition.

Quant aux cristaux hexagonaux rouge de cuivre, ils ne sont autre chose que le sesquioxyde de titane provenant de la réduction de l'acide titanique par l'hydrogène et amené à cristallisation à la faveur du chlorure de titane, qui est lui-même partiellement transformé en sesquioxyde par l'eau provenant de la réduction de l'acide titanique.

Ebelmen (1) a indiqué qu'en faisant réagir l'hydrogène sec sur l'acide titanique à une haute température, on voit la matière noircir et subir une perte de poids correspondant à peu près à ce qu'il faut pour sa transformation en sesquioxyde. Cette transformation n'était d'ailleurs pas tout à fait complète. L'expérience la plus approchée a donné une perte d'oxygène trop faible de 6, 5 pour cent.

Dans nos expériences, nous avons obtenu le sesquioxyde pur et avec la couleur métallique rouge-violacé.

La forme des cristaux est caractéristique. Elle peut être distinguée à la loupe et mieux encore au microscope, avec un faible grossissement. On y retrouve les facettes que présentent les cristaux de fer oligiste de l'île d'Elbe ; les faces pentagonales du rhomboèdre primitif p, les couples de faces triangulaires ou quadrangulaires de l'isoscéloèdre e_3 et enfin les bases triangulaires a^1, dont les angles sont tronqués par des couples de facettes.

Les bases sont moins brillantes que les faces p et e_3 dont l'éclat est très-vif ; elles sont aussi d'un violet plus prononcé. Si petits qu'ils soient, puisque les plus grands ne dépassent pas $0^{mm}1$ à $0^{mm}15$, les cristaux sont assez nets pour qu'il ait été possible de les mesurer. On a trouvé $a^1 p = 123^\circ\ 20'$, $a^1 e_3 = 119^\circ\ 36'$, $p\ e_3 = 154^\circ\ 14'$. Les angles correspondants du fer oligiste sont $a^1 p = 122^\circ\ 30'$, $a^1 e_3 = 118^\circ\ 53'$, $p\ e_3 = 154^\circ\ 2'$.

M. de Kokscharow a trouvé pour l'ilménite $a^1 p = 122^\circ\ 1'\ 32''$.

Ces mesures ne laissent aucun doute sur l'isomorphisme du sesquioxyde de titane avec le sesquioxyde de fer.

Il y a longtemps que G. Rose, pour interpréter la constitution des fers titanés, avait admis que le sesquioxyde de titane est isomorphe avec le sesquioxyde de fer. Mosander supposait, au contraire, que c'était la combinaison $TiFeO^3$ qui était isomorphe avec Fe^2O^3. Rammelsberg a fait observer, à l'appui de cette dernière hypothèse,

(1) *Annales de chimie et de phys.* (3). T. XX, p. 392.

que beaucoup de fers titanés renferment de la magnésie ; on serait amené, en suivant l'opinion de G. Rose, à admettre l'existence d'un sesquioxyde de magnésium (1). A cela l'un de nous a ajouté que les cristaux de titanate de magnésie obtenus par Ebelmen sont hexagonaux, ce qui rend encore plus probable leur isomorphisme avec le titanate de fer (2).

On voit que les deux hypothèses de G. Rose et de Mosander sont loin d'être inconciliables.

Bien plus, les faits que nous avons découverts montrent qu'elles ont chacune leur part de vérité. L'angle a^1 p du sesquioxyde de titane étant plus grand que celui du fer oligiste, tandis que celui de l'ilménite est moindre, on voit que cette dernière espèce ne vient pas se placer entre les deux autres, comme la dolomie entre la calcite et la giobertite. Elle constitue une espèce distincte et les trois composés Fe^2O^3; $FeTiO^3$, et Ti^2O^3 sont isomorphes entre eux. D'ailleurs l'isomorphisme des deux premiers suffit pour faire comprendre la constitution des fers titanés ; en effet, ceux-ci ne renferment jamais plus de titane que la proportion correspondant à la formule $FeTiO^3$.

Ce qui peut étonner dans ce qui précède, c'est le rapprochement que l'isomorphisme des sesquioxydes de fer et de titane établit entre deux éléments que l'on n'est pas habitué à classer l'un à côté de l'autre. Ce rapprochement est pourtant justifié par d'autres faits encore : l'hexachlorure dititanique est hexagonal, comme l'hexachlorure diferrique. Nous avons montré plus haut qu'il existe un dichlorure titanique, comme il existe un chlorure ferreux.

Le fer donne des azotures dans les mêmes conditions que le titane ; quoique ses composés soient moins bien définis que ceux du titane, le nombre des éléments qui se combinent avec l'azote est assez restreint pour que cette analogie mérite d'être notée.

Est-ce à dire qu'il faille pour cela éloigner le titane du silicium et de l'étain, avec lesquels on le classe habituellement? Non ; les analogies remarquables qu'il présente avec ces corps simples n'en subsistent pas moins, en ce qui concerne les composés du titane tétratomique proprement dit. Il résulte seulement des faits observés que les rapprochements établis entre divers éléments, par leur isomorphisme, peuvent varier suivant les degrés d'oxydation, ou plus généralement de combinaison que l'on considère.

Si l'on fait un tableau des combinaisons oxygénées et chlorées correspondantes du silicium, du titane et du fer, on verra le parallélisme

(1) Poggendorff's *Annalen*, T. CIV, p. 497, et *Rép. de chimie pure*, t. I, p. 92.
(2) *Bulletin de la Soc. chim.* T. V, p. 202. 1863.

existant entre les combinaisons des deux premiers éléments, pour les degrés supérieurs d'oxydation et de chloruration, s'arrêter et passer aux deux autres pour les degrés inférieurs.

$Si\,O^2$	$Ti\,O^2$	
$Si\,Cl^4$	$Ti\,Cl^4$	
	$Ti^2\,O^3$	$Fe^2\,O^3$
$Si^2\,Cl^6$	$Ti^2\,Cl^6$	$Fe^2\,Cl^6$
		$Fe\,O$
	$Ti\,Cl^2$	$Fe\,Cl^2$

Ceci tendrait à faire de plus en plus de l'isomorphisme quelque chose de mécanique ; le nombre des atomes combinés jouerait le rôle prépondérant, et la nature même des atomes interviendrait par l'atomicité, surtout pour déterminer le nombre des atomes qui entrent en combinaison.

Le sesquioxyde de titane constitue une poudre d'un rouge cuivré avec reflets violacés. Il est assez dur pour rayer le verre, mais non le quartz, tandis que les azotures de titane rayent jusqu'à la topaze, et ont à peu près la dureté du corindon. Sa densité prise à 10° est de 4,601. Il n'est pas attaqué par l'acide azotique bouillant, mais bien par l'acide sulfurique bouillant ; l'attaque se produit avec dégagement d'anhydride sulfureux et formation d'acide titanique.

Lorsqu'on chauffe à une douce chaleur (de 100-120°), dans des tubes scellés, le sesquioxyde de titane avec l'acide sulfurique concentré ou étendu d'une petite quantité d'eau, on voit la liqueur se colorer en violet ; elle renferme alors du sulfate de sesquioxyde de titane. Celui-ci, dans des conditions de concentration convenables, cristallise dans le tube en lamelles hexagonales violettes, isolées ou groupées. On n'a pas encore réussi à isoler ce sulfate cristallisé.

A une température un peu plus élevée, et ne dépassant guère 140°, il y a réduction de l'acide sulfurique avec dépôt de soufre et formation d'acide titanique.

L'acide fluorhydrique dissout le sesquioxyde avec l'aide d'une douce chaleur. L'eau régale l'attaque également.

Chauffé avec la potasse fondue, il s'attaque vivement en dégageant de l'hydrogène et de l'ammoniaque, cette dernière provenant de l'azote de l'air, ou des azotates de la potasse. Nous avons d'ailleurs constaté que le produit employé pour cette expérience ne donnait pas trace d'azote, lorsqu'on le brûle avec l'oxyde de cuivre. Le sesquioxyde réagit, en effet, facilement au rouge sur l'oxyde de cuivre, qui le transforme en acide titanique.

Le sesquioxyde calciné au contact de l'air, sur le chalumeau à gaz, se convertit en acide titanique.

Ayant pensé que la cristallisation du sesquioxyde de titane était peut-être due dans notre expérience à l'action de l'acide chlorhydrique, comme celle du sesquioxyde de fer, dans la belle expérience de M. H. Deville, nous avons fait passer sur l'acide titanique, dans un tube de porcelaine chauffé au feu de coke, un mélange d'hydrogène et d'acide chlorhydrique secs. Dans ces conditions, nous n'avons pas obtenu de sesquioxyde de titane, mais une matière cristalline gris-bleu, en apparence homogène, qui se rapproche beaucoup d'un oxyde intermédiaire obtenu déjà par M. H. Deville, par un procédé analogue, et auquel il a attribué la formule Ti^3O^5 (1).

Il semble donc que la présence du chlorure de titane en quantité notable est nécessaire pour donner le sesquioxyde, ou au moins pour faciliter sa production. Il agit probablement en desséchant les gaz, puisqu'il décompose immédiatement l'eau en donnant du sesquioxyde de titane et de l'acide chlorhydrique ; les parois du tube et celles de la nacelle sont recouvertes de sesquioxyde, provenant en grande partie au moins du tétrachlorure. D'autre part, il favorise la cristallisation du produit, en amenant à l'état de vapeur une matière qui donne un produit fixe se déposant sur celui déjà contenu dans la nacelle.

Dans l'expérience faite avec l'hydrogène et l'acide chlorhydrique, il y a eu cependant production d'une petite quantité de chlorure de titane, dans les conditions où nous opérions, c'est-à-dire, au feu de coke. Pendant toute la durée de l'opération, les gaz sortaient en donnant une fumée, qui, condensée dans l'eau, a laissé une faible proportion d'acide titanique.

ACTION DU CHLORURE DE TITANE, DU CHLORE ET DE L'ACIDE CHLORHYDRIQUE SUR LES MÉLANGES D'ACIDE TITANIQUE ET D'OXYDE DE FER.

D'après ce qui a été dit plus haut, le titanate de fer peut être considéré comme un composé intermédiaire entre le sesquioxyde de fer et le sesquioxyde de titane

$$Fe^2O^3 \qquad FeTiO^3 \qquad Ti^2O^3$$

Il semble qu'il doive exister un chlorure correspondant au fer titané, qui serait placé d'une manière analogue entre les hexachlorures diferrique et dititanique. Nous avons cherché en vain jusqu'ici à réaliser la production d'un tel composé ; mais dans nos expériences, nous

(1) *Comptes rendus*, t. LIII, p. 163. 1861.

avons observé plusieurs faits intéressants, que nous allons mentionner. Nous n'avons réussi à combiner, ni à froid, ni à chaud, le protochlorure de fer et le tétrachlorure de titane.

Ayant fait réagir le tétrachlorure de titane au rouge sur des oxyses ferreux, nous avons constaté que le chlore est enlevé au titane avec formation d'acide titanique et de chlorures de fer.

Lorsqu'on place dans une nacelle de porcelaine du carbonate ferreux, par exemple, et que sur la nacelle introduite dans un tube de porcelaine chauffé au rouge, on fait passer de la vapeur de chlorure de titane dans une atmosphère d'acide carbonique, on voit se déposer dans l'allonge en verre, rattachée au tube de porcelaine, de brillantes lamelles hexagonales d'un jaune d'or. Après refroidissement, le tube de porcelaine est lui-même rempli, à son extrémité voisine de l'allonge, d'une matière écailleuse rouge-brun ; entre l'extrémité du tube et la nacelle, on trouve du protochlorure de fer cristallisé. La nacelle ne renferme que de l'acide titanique cristallisé blanc.

La masse écailleuse et les lames jaune d'or, quelque soin que l'on prenne à les dépouiller de chlorure de titane, contiennent toujours du titane ; néanmoins elles ne paraissent être que de l'hexachlorure diferrique mélangé de protochlorure de fer et de chlorure de titane.

Lorsqu'on fait passer du chlorure de titane dans une atmosphère d'acide carbonique pur et sec, sur du fer titané réduit en poudre, on voit se condenser dans le tube en verre faisant suite à celui de porcelaine, une matière écailleuse jaune-rougeâtre. C'est encore du sesquichlorure de fer mélangé de protochlorure de fer et de chlorure de titane. La nacelle renferme de l'acide titanique cristallisé d'un blanc légèrement jaunâtre, provenant à la fois du fer titané et du chlorure de titane.

Le chlore réagit également au rouge sur le fer titané ; la réaction commence au rouge-sombre. Il se volatilise des paillettes dorées de sesquichlorure de fer ; en même temps il se dégage de l'oxygène. L'acide titanique restant n'est que très-légèrement jaunâtre.

Lorsque la température est élevée, il se volatilise une notable proportion de titane. C'est ce que nous avons constaté en opérant avec du rutile pulvérisé et dans un tube chauffé au feu de coke. La partie fine de la poudre disparaît. Il ne reste que les fragments plus grossiers, qui ont conservé leur couleur jaune.

Nous avons pensé que l'on pouvait fonder sur ces observations une méthode de séparation du fer et du titane. On sait combien cette séparation est difficile par les procédés ordinaires, qui fournissent ordinairement de l'acide titanique renfermant encore une notable proportion de fer. Nous avons réussi à obtenir l'acide titanique blanc, en attaquant le

fer titané, ou le mélange d'oxyde de fer et d'acide titanique, par un courant d'acide chlorhydrique mêlé de chlore. L'opération doit être conduite comme suit : les deux appareils à chlore et à acide chlorhydrique sont mis en communication à l'aide d'un tube à trois branches avec l'une des extrémités d'un tube en verre très-peu fusible ; celui-ci est étiré à son autre extrémité et réuni à l'aide d'un tube en caoutchouc avec un appareil à trois boules contenant de l'eau ; après ce dernier appareil vient encore un long tube à gaz servant à conduire le chlore dans la cheminée et à retenir quelques traces de chlorure ferrique qui pourraient être entraînées.

Le tube en verre dur repose dans une gouttière en clinquant et est recouvert d'une autre lame de clinquant disposée en gouttière et pouvant être enlevée de manière à permettre de voir le contenu de la nacelle.

La matière à traiter est placée dans une nacelle en porcelaine ; si le tube n'est pas en verre très-dur, on dépose à la place que doit occuper la nacelle, à l'aide d'une main en clinquant attachée à l'extrémité d'une baguette de verre, une petite quantité de silice en poudre fine destinée à empêcher la nacelle d'adhérer au tube. Si le verre est très-peu fusible, cette précaution est inutile.

L'opération dure environ 2 heures 1/2 et peut se faire pendant la première demi-heure au dessous du rouge. On la continue aussi longtemps que l'acide titanique de la nacelle est jaune-brun. Il faut éviter d'élever la température plus qu'il n'est nécessaire, de peur de volatiliser un peu de titane.

Après l'opération, on recueille tout le perchlorure de fer en lavant soigneusement le tube en verre dur, l'appareil à boules et le tube abducteur, puis on précipite le sesquioxyde de fer. Si l'on craint qu'il n'y ait une certaine quantité de titane volatilisé, on traite le précipité de sesquioxyde de fer, comme la matière primitive, et on ajoute le résidu blanc à l'acide titanique obtenu dans la première opération. Lorsqu'on veut peser la nacelle avec l'acide titanique, il faut avoir soin de la calciner à l'air ; sans cela, on aurait un poids un peu trop fort ; il paraît s'être fixé du chlore dans les pores de la porcelaine. Après la pesée, il faut enlever l'acide titanique et repeser la nacelle, qui a généralement perdu un peu de son poids.

L'attaque de la substance par le mélange de chlore et d'acide chlorhydrique est plus facile et exige une température moins élevée lorsqu'on a préalablement réduit l'oxyde de fer par l'hydrogène. En ayant soin d'employer l'hydrogène humide, on ne risque pas de réduire en même temps l'acide titanique à l'état de sesquioxyde ou d'oxyde $Ti^3 O^6$; dans le cas où la réduction irait jusque-là, il y aurait volatilisation, au moment de l'attaque, d'une partie notable du titane.

AZOTURES DE TITANE.

D'après les recherches de M. Woehler (1), il existerait quatre azotures de titane différents répondant aux formules Ti^3Az, $TiAz$, $Ti^5Az^3 = 2\,TiAz + Ti^3Az$ et $Ti^3Az^2 = 3\,TiAz + Ti^3Az$ ($Ti = 25$),. ou en employant le nouveau poids atomique du titane : Ti^3Az^2, $TiAz^2$, Ti^5Az^6 et Ti^3Az^4. Parmi ces composés, le premier n'a pas été isolé, et l'illustre chimiste de Goettingen a conclu son existence de la formule $TiCy + 3\,Ti^3Az = Ti^{10}CAz^4$, qu'il a admise pour les cristaux cubiques des hauts-fourneaux. Plusieurs des formules précédentes sont ou compliquées ou difficiles à mettre d'accord avec les atomicités du titane. Il nous a semblé qu'il n'était pas inutile de reprendre l'étude de ces composés.

Nous avons trouvé qu'en laissant de côté le composé Ti^3Az^2, dont l'existence est hypothétique, les autres azotures se réduisent à deux, correspondant aux formules Ti^3Az^4 et $TiAz$, ou plutôt Ti^2Az^2; ces formules sont d'accord avec les atomicités des éléments combinés et particulièrement avec celles du titane. Le premier composé, en effet, qui a été obtenu par Liebig (2) en faisant chauffer le chlorure de titane ammoniacal dans un courant d'ammoniaque, correspond au tétrachlorure de titane et à l'acide titanique , chacune des 4 atomicités des 3 atomes de titane étant saturée par une des 3 atomicités des 4 atomes d'azote. L'autre, que nous avons obtenu par l'action de l'ammoniaque sur le sesquioxyde de titane ou sur l'acide titanique, a pour formule Ti^3Az^2, et correspond au sesquioxyde de titane et à l'hexachlorure dititanique.

Nous n'avons pas encore réussi à obtenir d'autres azotures de titane : en particulier, l'action du dichlorure de titane sur l'ammoniaque, dans les conditions où nous avons opéré, n'a fourni que de l'azoture Ti^3Az^4 avec dégagement d'hydrogène.

Azoture Ti^2Az^2. M. Woehler avait déjà étudié l'action de l'ammoniaque sur l'acide titanique et reconnu qu'il y a formation d'azoture de titane. Ce corps, auquel il attribue la formule $TiAz^2$, se forme, dit-il, lorsqu'on expose l'acide titanique fortement chauffé à un courant de gaz ammoniac bien sec; on laisse refroidir l'azoture dans le courant; il se présente alors sous la forme d'une poudre violet foncé, possédant une nuance rouge de cuivre, analogue à la poudre d'indigo sublimé.

(1) *Ann. de chimie et de phys.* (3) T. XXIX; p. 175.
(2) *Poggendorffs Annalen*, T. XXI, p. 159.

De cette description, et des analyses, qui se bornent à des dosages de titane, sans dosages correspondants d'azote, ainsi que des observations que nous avons faites, on peut conclure que les produits considérés par M. Woehler comme l'azoture de titane $TiAz^2$ sont des mélanges de l'azoture que nous allons décrire, avec le sesquioxyde de titane.

Nous avons fait passer un courant de gaz ammoniac (1) préparé par l'action de la chaux sur le sel ammoniac et desséché par son passage dans trois longs tubes remplis l'un de fragments de potasse, les deux autres de baryte anhydre, dans un tube de porcelaine chauffé au fourneau à réverbère, au feu de coke. Dans le tube étaient placées une ou deux nacelles en porcelaine renfermant soit de l'acide titanique en poudre fine, soit, pour abréger l'opération, du sesquioxyde de titane. L'ammoniaque ou le gaz provenant de sa décomposition étaient obligés, pour sortir de l'appareil, de traverser une couche de mercure de 1 ou 2 centimètres : on ne commençait à chauffer l'appareil que quand tout l'air était chassé.

Pour obtenir un bon résultat, il est indispensable de continuer l'opération pendant plusieurs heures. La transformation de l'acide titanique et même du sexquioxyde est extrêmement lente, et souvent elle n'est que partielle, donnant dans la première nacelle, ou même seulement dans la partie supérieure de celle-ci, une matière jaune d'or, tandis que le reste présente des teintes plus ou moins rouges et cuivrées, et même dans des opérations très-incomplètes des parties d'un noir bleuâtre.

Ces dernières se sont présentées même en employant le sesquioxyde. Leur présence montre que l'eau formée aux dépens de l'ammoniaque et du sesquioxyde de titane des parties antérieures de la nacelle réagit sur celui contenu dans les parties suivantes et le transforme en oxyde bleu ou en un mélange de celui-ci et de sesquioxyde. Il faut une action prolongée de l'hydrogène sec provenant de la décomposition de l'ammoniaque et de l'ammoniaque elle-même, pour transformer cet oxyde en sexquioxyde d'abord, puis en azoture.

Il est difficile d'admettre qu'il y ait dans ces conditions formation de l'azoture $Ti^3 Az^4$, car ce dernier, chauffé dans un courant d'hydrogène, se transforme en $Ti^2 Az^2$.

Quoi qu'il en soit, le produit final est l'azoture jaune d'or $Ti^2 Az^2$ en poudre amorphe. Il se produit aussi en enduits continus et métalliques sur les parois des tubes où l'on prépare le sexquioxyde ou l'hexachlorure de titane, lorsque l'air n'en est pas complétement exclu.

(1) Il est beaucoup plus difficile de dessécher convenablement l'ammoniaque obtenue en chauffant une solution concentrée de cet alcali.

Il se transforme en acide titanique par calcination à l'air à haute température. Ses propriétés ressemblent d'ailleurs beaucoup à celles de l'azoture Ti^3Az^4. Sa densité est de 5.28 à 18°.

Azoture $Ti^3 Az^4$. Ce corps se prépare facilement en employant l'élégante méthode de MM. Sainte-Claire Deville et Woehler (1), c'est-à-dire en chauffant au rouge un mélange de vapeurs de sel ammoniac et de tétrachlorure de titane. Pour éviter la présence de l'air, qui peut donner lieu à la formation d'un peu d'acide titanique, ou de sous-oxydes de titane, nous avons opéré dans un courant d'acide chlorhydrique. On obtient ainsi l'azoture en belles croûtes cristallines d'un rouge cuivré, parfois violacé, qui se détachent facilement du verre lorsqu'elles sont assez épaisses. Dans le cas contraire, on peut les séparer par l'action de l'acide fluorhydrique, qui ne les attaque pas. Les croûtes regardées au microscope se montrent terminées de petites pointes triangulaires qui paraissent appartenir à un rhomboèdre, et rappellent par leur angle, le rhomboèdre *inverse* de la calcite.

Le tube de verre vert est d'ailleurs fortement attaqué, surtout lorsqu'on chauffe un peu trop fort, ce qui n'est pas nécessaire pour obtenir un bon résultat. La matière du tube est remplie de grosses bulles qui en soulèvent parfois la partie superficielle intérieure de manière à boucher le passage aux gaz. Les bulles renferment une vapeur qui fume à l'air, probablement du chlorure de titane mêlé d'acide chlorhydrique, qui y a pénétré à travers la pellicule à demi fondue qui les recouvrait.

L'azoture $Ti^3 Az^4$ se transforme facilement en azoture $Ti^2 Az^2$ lorsqu'on le chauffe au rouge dans un courant d'hydrogène ou mieux d'ammoniaque. Il devient jaune et prend l'aspect du produit obtenu par l'action de l'ammoniaque sur l'acide titanique.

M. E. GRIMAUX

Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.

RECHERCHES SYNTHÉTIQUES SUR LE GROUPE URIQUE

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 20 août 1875. —

M. GRIMAUX fait connaître quelques résultats de recherches entreprises dans e but d'arriver à la synthèse des dérivés uriques. L'auteur a pris pour point de départ

(1) *Annales de Chimie et de Phys.* (3). T. LII, p. 97.

l'asparagine (amide de l'acide amido-succinique ou aspartique), $C^4\ H^8\ Az^2\ O^3$; en la chauffant à 125 degrés avec de l'urée, il a obtenu un nouveau corps résultant de l'union de molécules égales des constituants, avec élimination d'une molécule d'eau et d'une molécule d'ammoniaque. Ce corps, appelé *amide malyl-uréique*, renferme $C^5\ H^7\ Az^3\ O^3$. Bouilli avec de l'acide chlorhydrique, il fournit l'acide correspondant $C^5\ H^6\ Az^2\ O^4$. Traité par le brome, soit à sec, soit en présence de l'eau, l'acide malyl-uréique fournit plusieurs dérivés, la plupart cristallisables, qui sont représentés par les formules :

$$C^9\ H^6\ Br^6\ Az^4\ O^6$$
$$(C^9\ H^2\ Br^4\ Az^4\ O^4)^2\ H^2\ O$$
$$C^9\ H^6\ Br^2\ Az^4\ O^5$$
$$C^8\ H^5\ Br\ Az^4\ O^4$$
$$C^4\ H^4\ Az^2\ Br^2\ O^3.$$

Ces composés appartiennent à la série urique, car, par des réactions diverses, tous arrivent à fournir de la murexide.

D'après les faits exposés par l'auteur, il y a lieu d'espérer qu'il arrivera bientôt à produire l'alloxane, ce qui réalisera la synthèse de la série urique.

Le mémoire détaillé a paru dans le *Bulletin de la Société chimique*, 1875, t. XXIV, p. 337.

R.-D. SILVA

Chef des travaux de chimie analytique à l'Ecole centrale des Arts et Manufactures.

DE L'ACTION DE L'ACIDE IODHYDRIQUE A BASSES TEMPÉRATURES SUR LES ÉTHERS PROPREMENT DITS ET LES ÉTHERS MIXTES

— Séance du 20 août 1875. —

L'acide iodhydrique présente ce fait remarquable dans ses réactions sur un grand nombre de matières organiques : si ses éléments ne sont pas fixés sur la molécule du composé sur lequel il réagit, il peut y avoir combinaison sans séparation ou avec séparation d'une certaine quantité d'iode mis en liberté. Quand de l'iode ne se sépare pas, les corps sur lesquels agit l'acide sont toujours oxygénés, et les produits nouveaux qui en résultent, privés d'oxygène, sont iodés. Quand l'iode se sépare, les corps qui subissent l'action de l'acide peuvent être oxygénés, des éthers simples, des combinaisons halogéniques du carbone, des hydrocarbures et autres, mais les produits obtenus sont privés d'iode et de tout autre élément halogène. En résumé, les effets de l'acide iodhydrique sur les matières organiques se réduisent donc : dans le premier cas, à soustraire de l'oxygène et à fixer de l'iode ; dans le second cas,

à substituer l'iode, par suite d'un phénomène secondaire, ou tout autre élément halogène, par de l'hydrogène ou à hydrogéner. Tel est l'exposé sommaire des résultats obtenus par un grand nombre de travaux, parmi lesquels il faut citer ceux de M. Berthelot (1), de M. V. de Luynes et la remarquable expérience de Lautemann, par laquelle il transforme l'acide lactique en acide propionique. Dans toutes ces expériences, l'acide iodhydrique a été employé, soit à l'état naissant, soit en solutions concentrées, mais toujours à des températures plus ou moins élevées. Ce qui peut faire l'intérêt de mes propres recherches, c'est que dans toutes les expériences que j'ai été conduit à faire, je me suis servi du gaz iodhydrique sec, les substances sur lesquelles il devait agir étant maintenues à une température comprise entre zéro et + 4 degrés.

Avant d'exposer ces expériences nouvelles et les circonstances qui les ont précédées, il est nécessaire d'expliquer quelques effets très-simples de l'acide iodhydrique sur les matières organiques, et cela par l'application de certains principes théoriques admis. On sait qu'un grand nombre de faits conduisent à admettre que les alcools monatomiques renferment un groupe (OH), oxhydryle, monovalent ; et comme la composition des iodures des radicaux alcooliques monatomiques répond à la formule générale $C^n H^{2n+1} I$, il s'ensuit que dans la formation de ces composés, les choses se passent comme si l'iode d'une molécule d'acide remplaçait l'oxhydryle de l'alcool, pour former l'iodure correspondant, tandis que son hydrogène s'unirait à l'oxhydryle, pour former de l'eau, sans qu'il y ait de l'iode mis en liberté :

$$(1) \qquad C^n H^{2n+1} OH + HI = C^n H^{2n+1} I + H OH$$

Mais les éthers proprement dits et les éthers mixtes sont aussi capables de produire des iodures sous l'influence de l'acide iodhydrique, avec formation d'eau et sans élimination d'iode. Que se passe-t-il dans le cas d'observation de ces éthers, où l'oxygène ne se trouve pas à l'état d'oxhydryle ? On supposait qu'il y avait purement et simplement substitution, à savoir que deux molécules d'acide iodhydrique réagissaient sur une molécule d'éther, que leurs deux atomes d'hydrogène y remplaçaient, à l'égard de l'oxygène, les radicaux pour former l'eau, et que ces radicaux devenus libres se combinaient avec l'iode, devenu libre, pour former deux molécules de même iodure ou d'iodures différents, suivant qu'il s'agissait d'un éther proprement dit ou d'un éther mixte.

Cette manière d'expliquer les réactions n'était que la traduction im-

(1) Le travail relatif à l'action de l'iodure de phosphore sur la glycérine a été fait en commun avec *M. de Luca.*

médiate de l'analyse expérimentale. Les choses se passent-elles autrement que pour le cas des alcools? Telle n'est pas la conclusion à laquelle je suis arrivé par la suite des expériences que je vais exposer ; mais, avant de les exposer, je crois devoir énumérer les circonstances qui m'y ont conduit. Dans le courant de recherches encore inédites, j'eus à employer la méthode des sels d'argent, découverte par M. Wurtz, je voulais obtenir l'acétate d'un radical alcoolique dont j'avais un iodure ou iodhydrate. Pour diminuer la violence de la réaction, je diluai le composé iodé, dans l'éther pur et anhydre.

Après que la réaction se fut produite, je séparai de l'acétate, dont le point d'ébullition devait être à une température un peu élevée, tout le liquide qui a distillé jusqu'à environ 80 degrés. Dans cette portion plus volatile se trouvait l'hydrocarbure non saturé $C^n H^{2n}$, qui, comme on sait, se produit toujours dans ces sortes de réactions. Pour enlever cet hydrocarbure, dont le point d'ébullition trop rapproché de celui de l'éther m'interdisait d'employer le fractionnement, je crus devoir l'engager dans une combinaison avec le gaz iodhydrique, qui, dans ma pensée, ne devait pas s'unir à l'éther à une basse température, à zéro par exemple. Je fis passer un courant de gaz iodhydrique à travers la solution éthérée, maintenue à zéro et même un peu au dessous à l'aide d'un mélange de glace et de sel marin. Dans le courant de l'expérience, je constatai avec étonnement que le gaz iodhydrique était absorbé en trop grande quantité, relativement à la quantité probable de l'hydrocarbure.

En distillant le produit, je vis que l'éther avait été transformé presque complétement en iodure d'éthyle. L'expérience étant répétée avec de l'éther pur et anhydre, j'obtins encore de l'iodure d'éthyle en quantité qui me semblait pouvoir correspondre aux vues théoriques, à savoir deux molécules d'iodure pour une d'éther. Ce fait inattendu m'engagea à essayer, dans les mêmes conditions, l'action du gaz iodhydrique sur les homologues supérieurs et même sur les éthers mixtes. Le hasard fit que ma première expérience porta sur l'oxyde méthylamylique. Alors je constatai la transformation complète de cet oxyde en iodure de méthyle et en alcool amylique, avec quelques traces d'iodure d'amyle, de sorte que la réaction devait être celle que représente l'équation

$$(2) \qquad C^5 H^{11}.O.CH^3 + HI = CH^3 I + C^5 H^{11}.OH$$

laquelle est analogue à l'équation (1), si on se rappelle que les groupes (OH) et ($O.CH^3$) ou ($O.C^n H^{2n+1}$) ont même valeur de combinaison.

Ce résultat remarquable me fit penser que cette réaction pouvait bien être générale; qu'elle devait se produire pour les éthers mixtes et pour les éthers proprement dits, et que la transformation en iodure

serait totale seulement dans le cas où l'alcool, formé dans une première phase, serait, par suite d'une réaction secondaire, transformé en iodure sous l'influence du gaz iodhydrique.

Ces explications me conduisirent à établir des expériences se rapportant à l'action du gaz iodhydrique, toujours dans les mêmes conditions de température :

1° Sur des alcools monatomiques anhydres ;

2° Sur des éthers proprement dits ;

3° Sur des éthers mixtes ;

4° Sur un grand nombre d'éthers mixtes dont le méthyle est un des radicaux.

De l'ensemble des expériences en question, dont les détails exigeraient des développements qui ne peuvent pas être donnés dans ce compte rendu, j'ai cru pouvoir déduire les propositions suivantes :

1° Lorsque le gaz iodhydrique réagit, entre zéro et + 4 degrés, sur un oxyde d'un même radical alcoolique monatomique, l'hydrogène d'une molécule d'acide remplace un des radicaux de l'oxyde, et le radical séparé remplace l'hydrogène dans la molécule d'aside : il se produit un alcool et un iodure correspondants ;

2° Lorsque le gaz iodhydrique réagit, entre zéro et + 4 degrés, sur un éther mixte, l'hydrogène d'une molécule d'acide remplace le radical alcoolique moins riche en carbone, et ce radical séparé remplace l'hydrogène dans la molécule d'acide : il se forme l'iodure du radical moins riche en carbone, et l'alcool du radical plus riche en carbone ;

3° Tous les oxydes mixtes de radicaux monatomiques de la formule générale $C^n H^{2n+1}. O. C H^3$ sont transformés, sous l'influence du gaz iodhydrique, entre zéro et + 4 degrés, en iodure de méthyle et alcool de l'autre radical.

Cette troisième proposition rentre évidemment dans la deuxième, et si je la mentionne ici, c'est en raison de la netteté remarquable de la réaction, circonstance qui en rendra l'emploi précieux dans bien des cas.

En effet, étant donné un hydrocarbure saturé de la formule $C^n H^{2n+2}$, rien de plus facile que de le convertir en un produit monochloré $C^n H^{2n+1} Cl$; mais quand on veut passer de ce chlorure à l'alcool correspondant, rien de plus difficile. Mais, étant donné le composé monochloré $C^n H^{2n+1} Cl$, on peut très-facilement le transformer en l'oxyde mixte $C^n H^{2n+1}. O. C H^3$, à l'aide d'une solution de potasse dans l'alcool méthylique ; alors cet oxyde, traité par le gaz H I, donnera directement l'alcool que l'on cherchait à obtenir.

Tel est le résultat pratique le plus simple et le plus immédiat que je crois avoir le droit de tirer des observations nouvelles que je viens de rappeler.

M. FRANCHIMONT

Professeur à l'Université de Leyde.

SUR UNE COMBINAISON DE L'ÉTHER AVEC LE PENTACHLORURE DE PHOSPHORE

— Séance du 20 août 1875. —

Dans ces temps où l'attention plus spéciale de quelques chimistes se porte sur les combinaisons dites moléculaires, il importe peut être de signaler l'existence de quelques-unes de ces combinaisons qui m'ont passé entre les mains dans l'hiver passé, mais que je n'ai pas encore eu l'occasion d'étudier complétement, et dont j'espère donner plus tard des analyses suffisantes.

En 1858, sir Brodie a décrit une méthode de préparer des peroxydes organiques, consistant à faire réagir, à basse température, sur des anhydrides d'acides organiques dilués avec de l'éther, du peroxyde de baryum obtenu en précipitant de l'hydrate de baryum par l'eau oxygénée et en séchant sur de l'acide sulfurique dans le vide. Il décrit ensuite le peroxyde d'acétyle comme un corps très-visqueux, faisant explosion quand on le chauffe, insoluble dans l'eau, mais donnant toutes les réactions oxydantes de l'eau oxygénée, quand il est divisé dans l'eau..

Voulant montrer dans mes cours l'analogie des propriétés des peroxydes organiques et inorganiques, je me préparai un peu de ce corps selon la méthode indiquée. En soufflant très-fort sur la solution éthérée pour chasser l'éther, il en restait un corps cristallisé, qui, dissous dans l'eau, montrait toutes les réactions de l'eau oxygénée et faisait explosion en le chauffant. Le reste de la solution éthérée, abandonnée dans une fiole ouverte cristallisait pendant une nuit très-froide et ces cristaux furent placés dans le vide pour les débarrasser de l'éther et de l'anhydride acétique ; mais après quelques heures il n'en restait plus rien. La nuit suivante, il se formait dans l'éther de grandes tables quadratiques, avec des troncatures à deux coins opposés. Ce corps passe entièrement à l'état de vapeur à la température ordinaire. Il fond à 27° et fait explosion à 150°. Cette température a été déterminée de la même manière que le point de fusion, à savoir, dans un tube capillaire de verre très-mince. En refroidissant artificiellement le reste de la solution éthérée, j'obtenais encore quelques cristaux.

Ils se dissolvent facilement dans l'eau, et cette solution, additionnée d'eau de baryte, donne de l'hydrate de peroxyde de baryum cristallisé qui se dépose et de l'acétate de baryum qui reste dissous. Après l'avoir

séparé par filtration, je séchai le peroxyde de baryum et le chauffai au rouge. La quantité d'oxyde de baryum ainsi obtenu correspondait à 0,2434 gr. de peroxyde d'acétyle, tandis que j'avais employé 0,3376 gr. des cristaux. La solution d'acétate de baryum fut débarrassée de l'hydrate de baryum en excès par du gaz carbonique, chauffé, filtré et précipité par l'acide sulfurique. Le sulfate de baryum pesait 0,486 gr. correspondant à 0,2461 gr. de peroxyde d'acétyle. Les deux analyses sont assez concordantes entre elles, mais indiquent une perte d'environ un quart de la matière. Ceci s'explique quand on admet que la substance a cristallisé avec de l'eau.

En effet, le peroxyde de baryum étant préparé à la hâte n'était pas resté assez longtemps dans le vide pour être privé entièrement de son eau de cristallisation ; j'ai constaté après qu'il en contenait encore environ deux molécules et demie. En admettant que le peroxyde d'acétyle était cristallisé avec deux molécules et demie d'eau, les analyses seraient d'accord. Pour le constater, j'ai tâché d'en faire l'analyse élémentaire, d'abord en le mélangeant avec du sable, mais le tube faisait explosion. Ensuite, j'ai fait passer sur le corps chauffé à 60° un courant d'air sec et pur, qui, chargé de ses vapeurs traversait ensuite le tube à combustion, mais il en est resté une petite quantité qui ne passait pas en vapeur, et qui se charbonna en le chauffant plus haut, de sorte que cette analyse a échoué aussi. J'espère préparer le corps de nouveau, afin d'en faire l'analyse et de constater ce qui me semble vraisemblable : que le corps est un hydrate du peroxyde d'acétyle.

Sur une combinaison de l'éther avec le pentachlorure de phosphore. On sait que l'éther ordinaire donne des combinaisons moléculaires avec différents chlorures, par exemple ceux de l'antimoine, du bismuth, de l'étain, etc. Mais j'avais remarqué depuis longtemps qu'en mettant un peu de pentachlorure de phosphore sous une assez grande quantité d'éther absolument pur, l'éther est rempli après quelques heures d'une masse de petites aiguilles. Puisqu'on ne connaît pas encore des combinaisons moléculaires de l'éther avec le pentachlorure de phosphore, et que je croyais en avoir obtenu une de cette manière, je l'ai placé rapidement dans de l'air sec, exprimé entre du papier, pesé et détruit par l'eau, dans lequel j'ai déterminé la quantité d'acides chlorhydrique et phosphorique formés. Deux quantités de préparations diverses m'ont donné, l'une des chiffres correspondants à une combinaison d'une molécule du pentachlorure avec une molécule d'éther, l'autre d'une molécule du pentachlorure avec cinq molécules d'éther. Le corps est très-difficile à manier, à cause de son hygroscopicité extrême, cependant des diverses analyses que j'ai déjà faites, je crois pouvoir conclure qu'il se forme encore d'autres combinaisons, selon la durée du contact et la température. Je continue ces recherches.

M. BÉCHAMP

Professeur à la Faculté de Médecine de Montpellier.

TRANSFORMATION DE L'ALCOOL ETHYLIQUE EN ACIDE DE LA SÉRIE GRASSE

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 20 août 1875. —

M. Béchamp entretient la Section de la transformation de l'alcool sous l'influence des microzymas de la craie, en présence d'une petite quantité de syntonine, en acides gras de la série grasse à partir de l'acide acétique, parmi lesquels domine l'acide caproïque, avec dégagement d'hydrogène et d'hydrure de méthyle.

M. LE Dr BRAME

Professeur de chimie à l'Ecole de médecine de Tours.

SUR LES VAPEURS DE MERCURE, D'IODE ET DE SOUFRE

— Séance du 20 août 1875. —

M. A. WURTZ

Membre de l'Institut, Doyen de la Faculté de Médecine.

SUR LA DISSOCIATION DU CHLORHYDRATE D'ANILINE

— Séance du 21 août 1875. —

On sait qu'à la température où le chlorhydrate d'ammoniaque se volatilise, sa vapeur possède une densité qui représente la moitié de la densité du gaz ammoniac plus la moitié de la densité du gaz chlorhydrique : elle est donc entièrement dissociée et l'on doit admettre que ses éléments, c'est-à-dire les gaz chlorhydrique et ammoniac sont simplement mélangés dans cette vapeur et non combinés. J'ai fait voir dans une précédente communication que cette dissociation des éléments du sel ammoniac n'est pas empêchée par la présence de l'un

d'eux dans l'atmosphère où la vapeur du sel ammoniac doit se diffuser.

Il en est ainsi, du moins, à la température de l'ébullition du mercure.

Les chlorhydrates des ammoniaques substituées paraissent se comporter comme le sel ammoniac lui-même. On devait s'y attendre : si l'affinité de l'ammoniaque pour l'acide chlorhydrique est en quelque sorte éteinte à la température élevée où la vapeur se forme, ou au moins à 350°, il doit en être de même avec les ammoniaques substituées. MM. Deville et Troost ont déterminé la densité de vapeur du chlorhydrate d'aniline et ont trouvé pour cette densité le chiffre 2,19 à 350°. Celui qui exprimerait la densité de vapeur du chlorhydrate d'aniline non dissocié serait 4,48, c'est-à-dire le double du chiffre donné par l'expérience. Le chlorhydrate d'aniline est donc dissocié dans la vapeur qu'il émet, qui constitue en réalité un mélange d'aniline et d'acide chlorhydrique.

On peut démontrer cela par une expérience directe. En effet, si la vapeur d'aniline et le gaz chlorhydrique peuvent exister à l'état de mélange à une température élevée, sans se combiner l'un avec l'autre, il en résulte qu'ils doivent pouvoir se rencontrer à cette température, sans dégager de la chaleur. On sait qu'à de basses températures, la réaction de l'aniline sur l'acide chlorhydrique donne lieu à un dégagement notable de chaleur. L'objet de cette note est de démontrer qu'au delà de 250°, la vapeur d'aniline peut rencontrer le gaz chlorhydrique sans donner lieu à une élévation de température. Je vais décrire l'expérience qui permet de constater ce fait.

On s'est d'abord procuré de l'aniline pure, en distillant de l'aniline commerciale préparée avec de la benzine pure.

On a fait arriver ensuite dans le réservoir inférieur B d'un tube A B (fig. 84.) qui plongeait dans un bain d'huile chauffé d'une manière constante à 271 pendant vingt minutes, d'un côté un courant de gaz chlorhydrique, de l'autre un courant de vapeur d'aniline, les deux ayant été préalablement chauffés dans le même bain d'huile, en traversant les spires d'un double serpentin *c c, c' c',* qui entourait le tube droit et la boule inférieure. L'expérience ayant été faite avec les précautions qui seront indiquées tout à l'heure et le thermomètre qui plongeait dans la boule du tube marquant 266° avant l'arrivée des gaz, la rencontre des deux gaz n'a déterminé aucune élévation de température. Au contraire, la température s'est abaissée à 250° par suite de la projection d'une certaine quantité d'aniline liquide sur la boule du thermomètre ; cette aniline, s'étant condensée préalablement dans le tube adducteur *a* précédant le tube serpentin, avait été vivement chassée à travers les spires par une poussée de vapeur. Mais, ce petit accident ayant cessé, la température s'est élevée de nouveau à 265° où elle s'est maintenue.

Dans cette expérience on a recueilli 42 grammes de chlorhydrate d'aniline.

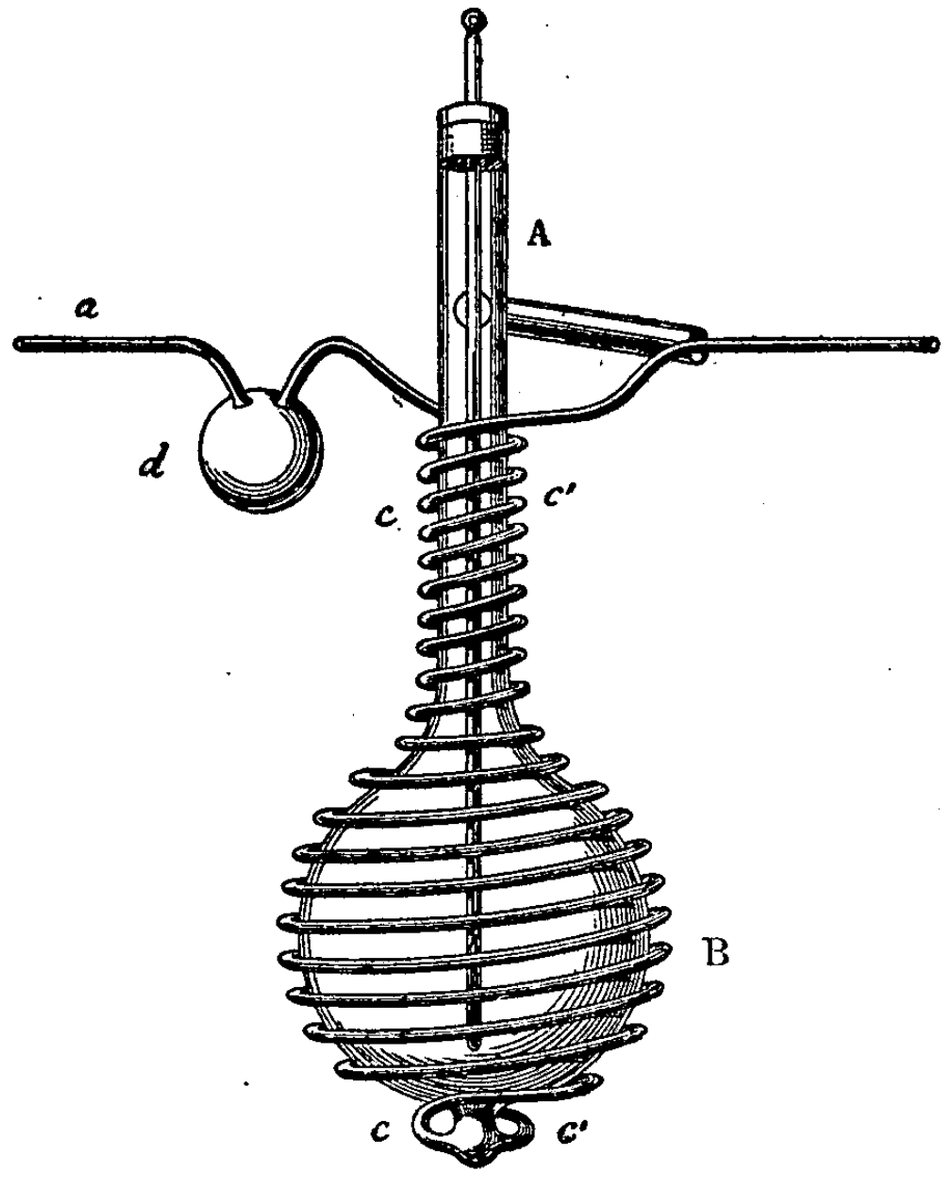


Fig. 84.

Pour éviter la reproduction de cet accident, on a disposé sur le trajet des vapeurs, avant leur arrivée dans le serpentin, un petit réservoir *d* qui plongeait lui-même dans le bain d'huile et qui était destiné à recevoir l'aniline condensée dans le tube adducteur *a*. De cette façon, cette aniline ne pouvait arriver qu'à l'état de vapeur dans le tube serpentin.

On a donc chauffé le tube à boule entouré de sa spirale, en portant le bain d'huile à la température de 260°. Au bout de quelques minutes, le thermomètre intérieur marquait 258°, température où il s'est maintenu. On fait arriver ensuite un courant rapide de gaz chlorhydrique. Le thermomètre intérieur n'a pas varié, ce qui démontrait que les spires conduisant le gaz dans la boule étaient assez nombreuses pour que ce gaz pût prendre la température du bain. Ce point étant constaté, on a fait arriver la vapeur d'aniline en même temps que le gaz chlorhydrique. La température s'est maintenue à 258°. Il n'y a donc pas eu dégagement de chaleur, par le fait de la rencontre du gaz chlorhydrique et de la vapeur d'aniline.

A un certain moment, la température s'est abaissée de 258 à 245° : une petite quantité du chlorhydrate d'aniline condensée dans la partie supérieure A du tube droit était tombée dans le récipient. Pour empêcher cette condensation, il a suffi d'entourer cette partie du tube d'un petit manchon en clinquant. La température s'est alors élevée de nouveau à 257° où elle s'est maintenue pendant le reste de l'expérience, qui a duré vingt minutes, la température du bain extérieur étant de 259°.

Le chlorhydrate d'aniline qui a été recueilli renfermait une petite quantité de diphénylamine, formée par l'action de l'excès d'aniline sur le chlorhydrate d'aniline au moment où ce dernier se condensait. On sait, en effet, par les belles expériences de MM. Girard et de Laire, que ces deux corps réagissent l'un sur l'autre à une haute température, avec formation de chlorhydrate d'ammoniaque et de diphénylamine.

$$\left.\begin{matrix} C^6H^5 \\ H \\ H \end{matrix}\right\} Az, HCl + \left.\begin{matrix} C^6H^5 \\ H \\ H \end{matrix}\right\} Az = \left.\begin{matrix} C^6H^5 \\ C^6H^5 \\ H \end{matrix}\right\} Az + AzH^3, ClH.$$

Cette dernière base reste à l'état de liberté. Quant au sel ammoniac, il est décomposé par l'aniline qui arrive en excès.

Lorsqu'on reprend par l'eau la masse de chlorhydrate d'aniline condensée dans les conditions qui viennent d'être indiquées, il reste une petite quantité de diphénylamine. On reconnaît facilement ce corps à la magnifique coloration bleue qui se développe lorsqu'on le traite par quelques gouttes d'acide azotique.

On peut conclure des expériences qui viennent d'être décrites que le chlorhydrate d'aniline n'existe pas vers 250°, le gaz chlorhydrique et l'aniline pouvant se rencontrer à cette température sans dégager de la chaleur. Ce fait jette un jour inattendu sur une réaction importante. On sait que l'on obtient aujourd'hui de la méthylaniline et surtout de la diméthylaniline en faisant réagir à la température de 220° environ du chlorhydrate d'aniline sur l'esprit de bois (Bardy), ou plus simplement en chauffant à la même température, sous pression, un mélange d'acide chlorhydrique, d'aniline et d'esprit de bois (Ch. Girard). A cette température élevée, l'acide chlorhydrique peut réagir sur l'esprit de bois, malgré la présence de l'aniline, qui ne saurait fixer l'acide ou du moins qui ne peut le fixer que partiellement. Alors il se forme du chlorure de méthyle, lequel, réagissant à son tour sur l'aniline, donne naissance à de l'acide chlorhydrique et aux dérivés méthylés de l'aniline, selon la réaction découverte par M. Hofmann. Il en est de même lorsque l'éthylamine se forme par l'action du sel ammoniac à une température élevée sur l'alcool (Berthelot) ; l'acide chlorhydrique et l'ammoniaque étant disso-

ciés, le premier donne naissance à du chlorure d'éthyle, lequel réagit à son tour sur l'ammoniaque.

Ce mode de formation des ammoniaques substituées, qui consiste à faire réagir un sel ammoniacal sur un alcool à une température élevée, et qui a été découvert par M. Berthelot, n'est donc qu'un cas particulier du procédé plus général qui consiste à faire réagir un chlorure alcoolique sur une ammoniaque libre.

M. ADOLPHE BOBIERRE

Directeur de l'Ecole Supérieure des Sciences, à Nantes.

SUR QUELQUES ALLIAGES DE CUIVRE ET NOTAMMENT SUR LE BRONZE A CANON

EXTRAIT

— Séance du 21 août 1875. —

Les nombreux essais auxquels M. Bobierre s'est livré pour étudier la composition des doublages de navires, l'ont conduit à examiner la répartition de l'étain et du zinc dans les bronzes et dans les laitons. Depuis longtemps, il a reconnu et vérifié, en faisant fondre de gros lingots cuivre-étain, que les différences centésimales entre les richesses en étain au centre et à la surface des lingots, croissaient sensiblement lorsque la proportion d'étain devenait très-faible (1). Il a récemment repris l'étude de ce problème, en laissant de côté la loi de répartition du métal le moins fusible, de bas en haut, et ne s'occupant que de sa migration de l'axe à la surface.

On sait que la composition d'un lingot de bronze à la surface comporte plus d'étain qu'au centre. Jusqu'à ce jour, ce phénomène n'a pas été expliqué. Il semblerait que les alliages les moins fusibles, donc les

(1) Dans cinq lingots de bronze renfermant de 5 à 10 °/₀ d'étain, les rapports de la richesse au centre à la richesse à la surface ont été les suivants :

Richesse centésimale en étain.	Rapport de l'étain au cuivre du centre à la surface.
10	:: 1 : 1,09
5	:: 1 : 1,63
5	:: 1 : 1,36
3	:: 1 : 3,97 !!
2	:: 1 : 1,84

plus pauvres en étain, dussent se solidifier les premiers ; or c'est le contraire qui arrive. On a tenté d'expliquer cette abondance relative de l'étain à la surface, en invoquant la contraction de la masse métallique, dont la croûte solidifiée, mais non encore imperméable, laisserait transsuder et se plaquer en quelque sorte à l'extérieur les alliages peu fusibles et riches en étain. Cette explication est inadmissible, car elle conduirait à l'hypothèse d'une simple couche riche en étain à la périphérie. Or, M. Bobierre a établi que les faits sont en contradiction avec cette hypothèse.

Le commandant Dusaussoy, dont les recherches sur le bronze d'artillerie sont bien connues, a déterminé la richesse du bronze dans les différentes parties d'un canon. Il a vu, par exemple, que l'échantillon pris *intérieurement* au bourrelet renfermait 8.59 °/₀ d'étain, lorsque l'échantillon prélevé *extérieurement,* près du premier renfort, en contenait 9.58 °/₀. Il est fâcheux que ces deux essais n'aient pas eu lieu dans la même section horizontale. Quoi qu'il en soit, le commandant Dusaussoy arrive à cette conclusion que, dans la pièce fondue et non encore forée, « il y a moins d'étain au centre que dans les parties *voisines de la surface.* »

M. Bobierre a repris l'examen de ces faits en vérifiant spécialement la répartition de l'étain du centre à la surface d'un lingot et dans un même plan horizontal. Il a fait couler à la fonderie Voruz un cylindre de bronze (90 cuivre 10 étain) dont la hauteur était de trente centimètres, et le diamètre de 12 centimètres. Plaçant ce cylindre sur un tour, il lui a été facile d'en opérer une section transversale et de recueillir avec soin, à diverses profondeurs, les copeaux détachés par l'outil.

Les quatre échantillons analysés renfermaient :

N° 1	à l'axe	Sn = 9.98 °/₀.
N° 2	à 2 centimètres de l'axe	Sn = 10.00
N° 3	à 4 — —	Sn = 10.22
N° 4	à la surface	Sn = 10.65

Deux faits résultent de ces analyses : le premier, c'est la constatation d'une moyenne qui, pour l'étain, l'emporte sur la dose de métal introduit dans la fonte (10.21 au lieu de 10); le second, c'est l'augmentation régulièrement progressive de l'étain, du centre — *non aux parties voisines* de la surface, comme l'établissait le commandant Dusaussoy — mais à la surface elle-même.

La légère augmentation centésimale d'étain s'explique facilement, le lingot cylindrique ayant été coulé debout et la section transversale

ayant eu lieu à la moitié de sa hauteur, c'est-à-dire dans une partie plus riche en étain que la base. Avant d'interpréter le second fait, la migration *régulière* de la molécule d'étain, M. Bobierre cite une seconde expérience qui la confirme.

Dans un tronc de pyramide quadrangulaire, on a pris avec une mèche en acier trois échantillons dans un même plan horizontal qui coupait le solide à la moitié de sa hauteur. Les doses d'étain ont été les suivantes :

A l'axe.....	Sn = 10.92 °/₀.
A égale distance de l'axe et de la surface.	Sn = 12.32 °/₀.
A la surface.....	Sn = 12.66 °/₀.

M. Bobierre croit que, pour le laiton, le dosage du zinc conduirait à des résultats identiques, et il se propose de le vérifier.

Pour connaître la cause de ces phénomènes, M. Bobierre s'est tout d'abord posé le problème suivant : est-ce parce qu'il est le moins fusible ou parce qu'il est le moins dense que l'étain se porte à la surface des lingots ? Pour arriver à résoudre cette question, ce chimiste a constitué deux alliages, zinc plomb et cuivre plomb, dans lesquels le métal le plus fusible était en même temps le métal le plus dense, contrairement à ce qui arrive dans le bronze et le laiton.

Deux lingots furent fondus à l'usine Voruz. Leur composition était la suivante : 90 plomb 10 zinc, et 90 plomb 10 cuivre. Ces alliages ayant fourni des masses peu homogènes, M. Bobierre a renoncé à les échantillonner sur le tour. Il a pratiqué leur section en déterminant un plan passant par l'axe et constituant ainsi deux demi-cylindres. L'un des demi-cylindres étant alors fixé horizontalement, on en a détaché des copeaux selon l'axe et suivant une ligne très-voisine de la surface : les copeaux ont été fondus, et on a obtenu de cette manière deux petits lingots représentant la composition moyenne de l'alliage au centre et à une certaine distance de l'axe. Les analyses ont donné :

Alliage plomb zinc...	Axe.....	plomb 86.7 °/₀.
	Surface....	plomb 92.0 °/₀.
Alliage plomb cuivre.	Axe.....	plomb 93 °/₀.
	Surface....	plomb 95.4 °/₀.

C'est donc toujours le métal le plus fusible, quelle que soit d'ailleurs sa densité relative, dont la dose augmente du centre à la surface.

Comme le fait remarquer M. Bobierre, cette conclusion est en accord avec les faits observés par Jars en 1769, confirmés par Darcet en 1824

et cités par Levol dans son mémoire sur les alliages. Il résulte de ces faits que, dans les alliages argent-cuivre, il y avait à la surface une richesse maxima en argent; et d'autre part la différence des richesses était surtout forte *lorsque la lingotière était plus froide.*

L'argent est ici le métal le plus fusible, et, malgré sa densité plus forte que celle du cuivre, il s'accumule à la surface; cette observation est en accord avec celles mentionnées plus haut. En ce qui concerne la question de la lingotière, *plus ou moins froide,* que Levol traite peut-être avec trop de dédain lorsqu'il apprécie les expériences de Jars (¹), M. Bobierre croit devoir y insister tout particulièrement : « Aussi bien, » dit-il, c'est surtout une question de chaleur qui domine le phénomène » objet de ma communication. »

Selon M. Bobierre, il y a dans un bain d'alliage en fusion un double mouvement moléculaire, qui a pour caractères, d'une part, la rotation des molécules sur elles-mêmes, et, d'autre part, leur translation du milieu chaud aux parties moins chaudes du creuset ou du moule. S'agit-il de bronze ? Les molécules d'étain, — métal le plus fusible, — ont un mouvement d'irradiation du centre chaud à la périphérie, et, la solidification graduelle du lingot les surprenant dans ce mouvement, motive les compositions diverses que l'analyse décèle de l'axe à la surface des masses obtenues.

A l'occasion de cette communication, M. Bobierre soumet à la Section un certain nombre d'alliages cuivre-zinc employés pour le doublage des navires, et dans lesquels il a déterminé par un courant électrique des altérations propres à faire prévoir l'usure des mêmes alliages à la mer. Il termine en indiquant les circonstances dans lesquelles une altération électrique régulière peut cependant coïncider avec de mauvais résultats pendant la navigation. Parmi ces circonstances, il cite le laminage à chaud, la présence de l'arsenic à haute dose, etc.

(¹) Ces expériences ont été répétées par Darcet en 1824 et confirmées, sauf dans le cas exceptionnel d'une très-grande richesse de l'alliage en argent.

M. C. FRIEDEL

Maitre de conférences à l'Ecole normale supérieure, Conservateur des collections à l'École des mines.

RECHERCHES SUR UN COMPOSÉ NOUVEAU D'ACIDE CHLORHYDRIQUE ET D'OXYDE DE MÉTHYLE

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 21 août 1875. —

M. Friedel entretient la Section de recherches sur un composé nouveau d'acide chlorhydrique et d'oxyde de méthyle, se rattachant à la classe des combinaisons dites *moléculaires*. En faisant passer à travers un tube de verre assez long et exposé au soleil un mélange d'oxyde de méthyle et de chlore, M. Friedel a découvert, outre l'oxyde de méthyle monochloré, un corps très-volatil (bouillant vers 2 degrés) et dont la composition est comprise entre les formules

$$C^2H^6O.HCl \qquad \text{et} \qquad (C^2H^6O)^3(HCl)^2.$$

Ce corps volatil s'obtient aussi par le mélange direct des deux gaz, à basse température. En se volatilisant, il ne se dissocie que partiellement et fournit ainsi un exemple d'une combinaison dite moléculaire, qui peut être vaporisée sans décomposition complète. Ceci est contraire à la définition même de ces sortes de combinaisons et supprime la barrière qu'on avait établie entre elles et les combinaisons atomiques.

On peut s'assurer de ce fait en prenant la densité de vapeur du produit dans des conditions variables. Cette densité varie ; elle est toujours plus forte que la densité théorique sans condensation. En faisant simplement des mélanges des deux gaz, on arrive aux mêmes résultats : il y a toujours une contraction, qui varie avec la température et la pression, et même avec la composition du mélange. On peut étudier ainsi l'influence sur la dissociation de chacun de ces facteurs. En ce qui concerne l'influence des proportions des gaz composants, on reconnaît que la contraction est minimum pour le mélange à volumes égaux.

Les propriétés physiques et chimiques n'établissent pas une différence réelle entre les composés moléculaires et les combinaisons atomiques. Pour les rattacher les unes aux autres, les combinaisons moléculaires et atomiques, M. Friedel suppose que nombre d'éléments possèdent des atomicités d'ordre secondaire, et que les composés qui en résultent sont moins stables que ceux dits atomiques.

Appliquant ces considérations au corps $C^2H^6O.HCl$, M. Friedel admet dans l'oxygène deux atomicités supplémentaires, auxquelles correspondent, peut-être, deux autres atomicités existant dans le chlore, ce qui conduirait à la constitution : $\overline{(CH^3)^2O = ClH}$.

Cette manière de voir les choses, et en tant que l'on considère l'oxygène, est d'accord avec plusieurs faits connus. En effet, envisagés au point de vue des lois de l'atomicité, l'existence des oxydes Ag^4O et Cu^2O conduit à admettre que l'oxygène peut jouer le rôle d'élément tétratomique.

Il y a aussi analogie entre la combinaison décrite et le composé $(CH^3)^2S, CH^3I$, obtenu par M. Cahours, et dans lequel on est obligé de regarder le soufre comme tétratomique.

M. W. OECHSNER DE CONINCK

SUR UN ALCOOL HEXYLIQUE SECONDAIRE

— Séance du 21 août 1875. —

I

Le but du présent travail a été d'étudier l'hydrogénation d'une acétone mixte, l'éthyle-butyryle, découverte par M. Friedel dans les produits de la distillation sèche du butyrate calcique.

Pour préparer ce corps, on a distillé 2 kilos de butyrate de chaux par portions de 150 gr. On a obtenu 660 gr. d'un produit qui, soumis à de nombreuses distillations fractionnées méthodiques dans l'appareil de MM. Henninger et Lebel, a fourni :

1° Un peu de butyral ;

2° Du méthyle-butyryle ;

3° 80 gr. d'un liquide limpide, très-réfringent, d'une odeur éthérée assez forte, et passant à la température de + 122° – 124° ;

4° Une quantité notable de butyrone.

Le liquide, passant de 122° à 124°, a donné à l'analyse :

		$C^6H^{12}O$: Théorie.	Trouvé :
Matière employée..	= 0gr 2520		
Acide carbonique..	= 0 6632	C....72,0....	71,77
Eau.....	= 0 2780	H....12,0....	12,25

On remarquera que cette température de 122° – 124° est celle indiquée par M. Popoff pour l'éthyle-butyryle synthétique.

La densité du liquide a été prise à 0° et à + 21° 8 :

$$d_0 = 0{,}8330$$

C'est le chiffre trouvé par M. Friedel :

$$d_{21,6} = 0{,}81305 \text{ (eau rapportée à } + 4^{o}).$$

La pureté de l'éthyle-butyryle étant ainsi constatée, on l'a hydrogéné par le procédé que M. Friedel a imaginé pour l'hydrogénation des acétones insolubles dans l'eau.

On verse dans une fiole de l'eau distillée, puis l'acétone, dont la couche surnage, et on y projette de petits fragments de sodium.

Le globule de sodium pénètre d'abord jusqu'à la couche d'eau, puis il remonte à travers la couche d'acétone pour retomber ensuite, et il poursuit sa course sinueuse en dégageant de l'hydrogène.

L'acétone n'a pas tardé à se transformer en un liquide jaune orangé dont l'odeur rappelait celle de l'éthyle-butyryle, mais était sensiblement plus faible. Il a été facile de remarquer que l'odeur allait en diminuant à mesure que l'hydrogénation avançait.

Ce liquide a été desséché, puis soumis à une série de fractionnements.

On a bientôt observé un point d'arrêt du thermomètre à + 134° (non corrigé); à cette température passait un liquide limpide, très-mobile, réfringent, d'une odeur éthérée, agréable et d'une saveur brûlante.

L'analyse a donné les nombres suivants :

I. — Matière.....	= 0gr 2690	II. — Matière.....	= 0gr 2118
Acide carbonique.	= 0 6913	Acide carbonique.	= 0 5442
Eau.....	= 0 3298	Eau.....	= 0 2675

Soit en centièmes :

	I.	II.	Calculé pour $C^6 H^{14} O$:
C	70,08	70,07	70,58
H	13,62	14,03	13,73

Le liquide isolé offre donc une composition exprimée par la formule $C^6 H^{14} O$; c'est un alcool hexylique; de plus, il appartient à la classe des alcools secondaires. Sa formation, en effet, est de tous points semblable à celle de l'alcool isopropylique, que M. Friedel a obtenu en fixant deux atomes d'hydrogène sur l'acétone ordinaire.

L'éthyle-butyryle étant : $\begin{matrix} C^2 H^5 \\ C^3 H^7 \end{matrix} > C O$, le nouvel alcool aura une constitution exprimée par la formule :

$$\begin{matrix} C^2 H^5 \\ C^3 H^7 \end{matrix} > C H . O H = \begin{matrix} C^2 H^5 \\ C^3 H^7 \end{matrix} > C O + H^2$$

De même, l'alcool isopropylique est :

$$\begin{matrix} C H^3 \\ C H^3 \end{matrix} > C H . O H$$

L'alcool iso-hexylique est soluble dans l'éther et dans l'alcool ordinaire, à peine soluble dans l'eau. Sa solubilité dans l'eau a été déterminée : elle n'est que d'un demi pour cent.

La densité à 0° est de 0,83433.

La densité à + 20° est de 0,81825 (eau rapportée à + 4°).

Traité par l'acide iodhydrique et par l'acide acétique anhydre, l'alcool s'est éthérifié avec la plus grande facilité.

L'iodure constitue un liquide coloré en rouge. Il bout à + 164° – 166° (non corrigé), et distille sans décomposition. On l'a analysé :

I. — Matière... = 0gr 4010	II. — Matière... = 0gr 2014	$C^6 H^{13} I$:
Iodure d'argent = 0 4321	Iodure d'argent = 0 2165	Io = 59,90 (%)
Trouvé : Io = 58,24 %	Trouvé : Io = 58,10 %	

L'acétate est un liquide incolore, d'odeur agréable, bouillant à + 149° – 151° (non corrigé).

Il a donné à l'analyse :

I. — Matière..... = 0gr 2527	II. — Matière..... = 0gr 2395
Acide carbonique. = 0 6102	Acide carbonique. = 0 5792
Eau..... = 0 2663	Eau..... = 0 2500

	I.	II.	$C^8 H^{16} O^2 = C^6 H^{13} O . C^2 H^3 O .$
En centièmes : C	65,85	65,95	66,66
En centièmes : H	11,70	11,59	11,12

Les analyses de l'iodure et de l'acétate semblent indiquer dans ces deux composés la présence de traces d'éthyle-butyryle.

II

Dans le cours des premières distillations fractionnées, le thermomètre s'élevait rapidement à partir de + 140°, et il passait entre + 252° – 255°, un liquide huileux, incolore, d'une odeur légèrement camphrée qui a donné à l'analyse des nombres conduisant à la formule $C^{12} H^{26} O^2$:

I. — Matière..... = 0gr 1616	II. — Matière..... = 0gr 2045
Acide carbonique. = 0 4193	Acide carbonique. = 0 5305
Eau..... = 0 1933	Eau..... = 0 2430

III

Matière.....	= 0gr 1777
Acide carbonique	= 0 4626
Eau.....	= 0 2099

		I.	II.	III.	$C^{12} H^{26} O^2$:
En centièmes :	C...	70,76	70,74	70,99	71,28
	H...	13,29	13,20	13,12	12,88

Ce corps est une pinacone, et sa formation est due à l'union de 2 molécules d'éthyle-butyryle avec fraction d'un atome d'hydrogène sur chacune de ces molécules :

La constitution de la nouvelle pinacone sera exprimée par la formule :

$$\begin{array}{l} C^2H^5 \\ | \\ HCO \\ | \\ C^3H^7 \end{array} - \begin{array}{l} C^2H^5 \\ | \\ COH \\ | \\ C^3H^7 \end{array} \qquad \text{comme la pinacone ordinaire est.....} \qquad \begin{array}{l} CH^3 \\ | \\ HCO \\ | \\ CH^3 \end{array} - \begin{array}{l} CH^3 \\ | \\ COH \\ | \\ CH^3 \end{array}$$

La pinacone ordinaire pouvant cristalliser, on a cherché à déterminer la cristallisation de la nouvelle pinacone ; à cet effet, on l'a soumise à un froid de 18 à 20 degrés : elle est devenue tout à fait visqueuse, mais n'a pas cristallisé. Alors, on a introduit dans la masse refroidie un cristal de pinacone ordinaire, qui n'a pas provoqué la cristallisation, comme cela aurait pu avoir lieu si les deux corps étaient isomorphes.

La pinacone a été aussi traitée par l'acide sulfurique. On a employé l'acide étendu, puis l'acide concentré, pour obtenir une pinacoline et l'hydrocarbure correspondant. Ces deux corps doivent se former d'après les équations suivantes :

$$C^{12} H^{26} O^2 - H^2 O = C^{12} H^{24} O$$
$$C^{12} H^{26} O^2 - H^4 O^2 = C^{12} H^{22}$$

Le liquide obtenu était doué d'une odeur pénétrante, lorsqu'on l'a distillé, on n'a pas remarqué de point d'arrêt au thermomètre. La course du thermomètre se ralentissait seulement entre + 190° – 195° et vers 205° – 210°.

Ce liquide, rapidement desséché sur le chlorure de calcium, a donné à l'analyse des nombres indiquant qu'on avait probablement affaire au mélange des deux corps.

Matière.....	= 0gr 1646
Acide carbonique	= 0 4942
Eau	= 0 2060

		Trouvé :	Calculé pour $C^{12} H^{24} O$:	$C^{12} H^{22}$
En centièmes :	C.....	81,88	78,26	86,75
	H.....	13,90	13,04	13,25

Ces expériences seront reprises prochainement.

Tels sont les principaux résultats obtenus dans ce travail; on voit que l'hydrogénation de l'éthyle-butyryle donne naissance à un alcool et à une pinacone, et qu'une acétone mixte s'est comportée de la même manière que l'acétone ordinaire.

On poursuit ces recherches, et l'on se propose d'hydrogéner une autre acétone mixte, le méthyle-valéryle, afin d'étudier les relations d'isomérie qui existent entre les alcools hexyliques secondaires obtenus par cette voie et les alcools hexyliques primaires.

M. DUMAS

Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, membre de l'Académie française.

SUR L'EMPLOI DU SULFOCARBONATE DE POTASSIUM POUR DÉTRUIRE LE PHYLLOXERA

— Séance du 21 août 1875. —

M. DUMAS, cédant au désir manifesté par les membres de la Section, expose des considérations relatives à l'emploi du sulfocarbonate de potassium pour détruire le phylloxera.

La nécessité d'employer le sulfocarbonate dissout dans une très-grande quantité d'eau, avait conduit à supposer que le sel se *dissocie* dans ces conditions, et qu'il se régénère du sulfure de carbone, composé très-délétère pour les vignes. M. Dumas fait remarquer qu'il n'en est rien : en présence de 200,000 fois son poids d'eau, le sulfocarbonate de potassium existe encore et produit ses réactions caractéristiques avec une solution ammoniacale d'un sel de nickel. Seuls les sels de chaux et les sels ammoniacaux sont à éviter, car ils facilitent la décomposition du sulfocarbonate de potassium.

M. Dumas termine son intéressant exposé en engageant les jeunes chimistes à entreprendre des recherches sur les combinaisons métalliques et organiques de l'acide sulfocarbonique et à aborder le problème d'une grande utilité actuelle : production économique du sulfocarbonate de potassium sous forme pulvérulente, pouvant durer un mois dans le sol sans se décomposer.

M. A. LADUREAU

Chimiste à Lille.

SUR LA TEINTURE EN NOIR D'ANILINE

— Séance du 21 août 1875. —

La teinture en noir inaltérable, sur les fibres végétales et animales, au moyen de l'aniline, est un des problèmes industriels qui ont le plus occupé les chimistes et coloristes qui, depuis dix ans, se sont livrés à l'étude des matières colorantes dérivées du goudron. Le noir d'aniline se recommande en effet à l'attention des industriels par les propriétés suivantes : il est inaltérable par le savon et les alcalis, même caustiques. Il est insoluble dans l'eau, l'alcool, l'éther, le sulfure de carbone, la benzine, etc.; les acides le verdissent un peu, mais les alcalis lui rendent sa couleur primitive.

Le bichromate de potasse étendu augmente l'intensité de sa nuance; concentré, il le roussit un peu. Enfin le chlore et les hypochlorites l'attaquent d'une manière sensible en le rougissant, quand ils sont à l'état concentré ; mais, ainsi que l'a observé C. Kœchlin, un simple séjour à l'air de quelques jours suffit pour régénérer la couleur noire transformée. En raison de ces propriétés, de cette insolubilité dans tous les dissolvants, et du mode de sa formation, l'emploi de cette magnifique couleur a offert aux industriels les plus grandes difficultés. Il n'a été même longtemps appliqué qu'exclusivement à l'impression des tissus de lin et de coton, et ce n'est que depuis peu de temps qu'on est parvenu à en régulariser la production, de manière à l'employer à la teinture des fils. Néanmoins, malgré les brevets pris, malgré les travaux de MM. Lauth, Rosensthiel, Persoz et autres, la teinture en noir d'aniline est encore maintenant une opération très-peu connue, que peu de teinturiers savent faire par suite des grandes difficultés qu'elle présente; en un mot, c'est encore presque un secret d'atelier; car jusqu'ici, on n'a pas encore publié de procédé complet, détaillé, qui permette à un teinturier quelconque de faire un noir beau, solide, inaltérable, peu coûteux et surtout n'attaquant pas la fibre.

Le but de cette note est donc de combler cette lacune en offrant un pareil procédé à l'industrie, et nous croyons que sa vulgarisation est de nature à rendre un véritable service à la fabrication française, en lui permettant de fixer sur les tissus des couleurs solides, résistant à

l'action des agents atmosphériques et autres, et de regagner sur les marchés étrangers la confiance que l'abus des mauvaises étoffes et des couleurs de petit teint lui aurait peu à peu enlevée.

Avant de décrire le procédé qui nous occupe, je ne crois pas inutile de passer en revue successivement les différents moyens employés depuis l'année 1862, où ce noir fit son apparition entre les mains du chimiste J. Lightfoot, jusqu'à ce jour, pour produire sur les tissus et les fibres cette remarquable couleur.

Le 17 janvier 1863, John Lightfoot d'Accrington, prit un brevet qu'il vendit à la maison Müller de Bâle, pour la production du noir d'aniline sur tissus, par impression d'un mélange de sels d'aniline, d'acide acétique, de chlorure de cuivre, de chlorate de potasse et de sel ammoniac. Quelque imparfait que fût ce procédé, il fit néanmoins de rapides progrès en Suisse, et la première année de son emploi, on imprima à la planche environ 50,000 pièces par ce moyen. L'impression au rouleau ne réussit pas aussi bien, l'acidité du mélange attaquait toujours les rouleaux, qui, au bout de peu de temps devaient être remplacés, grave inconvénient. Malgré les changements opérés dans ce procédé par M. Cordillot, qui remplaça le sel de cuivre par du ferricyanure d'ammonium ; par M. Charles Lauth, qui remplaça le sulfate de cuivre par le sulfure du même métal ; par M. Paraf, qui proposa l'emploi de l'acide hydrofluosilicique, et M. Rosensthiel celui du chlorate d'ammoniaque, la teinture des tissus en noir d'aniline était restée une opération extrêmement difficile, délicate et dangereuse. Les mélanges trop acides donnaient de beaux noirs, mais ils détruisaient la solidité du tissu en le brûlant. Ceux qui ne l'étaient pas assez, ne donnaient que des noirs inégaux, imparfaits, ou même ne donnaient que du gris. Ces écueils étaient si nombreux que tous, chimistes et industriels, durent chercher les moyens d'y obvier ; de là résulta une infinité de travaux, de formules différentes et de théories qui vinrent se détrôner mutuellement. En voici quelques exemples. Le procédé primitif de Lightfoot nécessitait la présence de l'acide acétique ; quelques mois plus tard, les teinturiers en noir déclaraient avec M. Persoz que la présence de l'acide acétique empêchait complétement la génération de cette couleur, et que le noir d'aniline avait horreur de l'acide acétique, de même que la nature, au temps jadis, avait horreur du vide. Pendant quelques années, on admit comme prouvé, surtout après les recherches de MM. Ch. Lauth et Rosensthiel, que le cuivre était indispensable à la production du noir. Depuis, les recherches accomplies sur cette question par M. John Lightfoot ont montré que le cuivre n'est nullement nécessaire et que les bases minérales qui ont le plus d'efficacité sont, en première ligne : le vanadium, puis le cuivre, l'uranium, le fer, etc.

On a cru également longtemps, sur l'autorité de M. C. Kœchlin et autres, que les anilines, renfermant une certaine quantité de toluidine, et propres à la fabrication du rouge, donnaient le plus beau noir. Aujourd'hui, on sait au contraire que l'aniline donne des noirs d'autant plus beaux qu'elle est plus pure et exempte de toluidine ; cette base produit dans les mêmes conditions que l'aniline du gris bleuté, tandis que la méthylaniline donne un noir violet, la naphtylaniline un brun violacé, etc. D'après Ch. Lauth, ces différences de coloration sont même si sensibles qu'elles permettent de juger la valeur comparative des anilines du commerce.

Jusqu'en 1869, le noir d'aniline n'avait été appliqué qu'à l'impression ; personne n'avait pu s'en servir en teinture, ce n'est que le 5 mai 1869, que Ch. Lauth le premier breveta un procédé de teinture sur coton et laine, au moyen d'un mordançage préalable en sel de manganèse concentré, dont on précipitait et suroxydait la base par un passage en bain alcalin et un étendage à l'air, ou un passage en chlorure de chaux. C'est sur les tissus ainsi mordancés en sesquioxyde de manganèse qu'il produisait le noir, par immersion dans un bain renfermant une solution acide d'aniline. Pour les fibres animales, soie et laine, l'auteur du procédé en question préférait le mordançage au moyen des manganates et permanganates alcalins. Mais, d'un côté le prix très-élevé de ce mordançage, d'autre part la nécessité d'employer des couleurs acides, qui altéraient la fibre, et d'y fixer une certaine quantité de bistre insoluble, tous ces inconvénients ont empêché l'emploi de ce procédé, qui n'a pas pu franchir le laboratoire.

Deux ans auparavant, M. J. Persoz avait pris un brevet pour teindre le coton en noir d'aniline, par un mordançage préalable en chromate de plomb insoluble, au moyen de la cuve au plombate et passage en bain d'aniline acide. Il avait dû renoncer à ce procédé par suite des difficultés qu'il avait rencontrées et du prix élevé auquel la teinture revenait. Persistant dans l'ordre d'idées qui lui faisait choisir l'acide chromique comme agent d'oxydation, M. Persoz fit connaître, en 1872, un procédé de teinture sur pièces au moyen de la pulvérisation d'une solution concentrée de bichromate de potasse sur un tissu foulardé dans un sel d'aniline, ou réciproquement, l'une des opérations pouvant précéder ou suivre l'autre sans inconvénient dans les résultats. Lorsque le noir était assez développé, ce qui exigeait un certain temps et l'action de la chaleur, on le rinçait à grande eau, et on le passait en savon bouillant.

Les recherches auxquelles M. Persoz s'est livré à cette occasion l'avaient amené à conclure que l'emploi des sels d'aniline neutres ne donnait pas les résultats satisfaisants qu'on obtenait avec les sels

acides, le bisulfate surtout; que le trichlorhydrate réussit beaucoup mieux que les chlorhydrates inférieurs; que les sulfates donnent des noirs roux, tandis que les nitrates et les chlorhydrates donnent des noirs à reflets bleus et violacés; que le mélange de bisulfate et de trichlorhydrate produit les noirs les plus beaux, et qu'enfin il fallait que la solution de bichromate de potasse renfermât au moins 80 grammes de ce sel par litre.

Nous ignorons si ce procédé a pu recevoir, sur toile, une grande application industrielle; mais en tous cas, il était par sa nature complétement inapplicable à la teinture des fils. Toutefois, convenablement modifié, il a dû servir de base à un des procédés de teinture employés dans le Nord, ainsi que le montre l'examen chimique de ses fils noirs; mais ce procédé étant encore un secret de fabrication, il ne nous a pas été possible de vérifier le fait.

En 1873, notre savant coloriste, M. Ch. Lauth, a décrit complétement ses procédés de teinture au moyen du bistre, et les a abandonnés au public, tout en reconnaissant la grande difficulté de leur application, leur prix élevé et l'altération qu'ils causaient fréquemment aux tissus et aux fils sur lesquels on les employait. Aussi, tout en rendant parfaitement justice aux chimistes et praticiens qui ont étudié cette difficile question de la teinture des fils et des tissus en noir d'aniline, à son créateur John Lightfoot, ainsi qu'à ceux qui l'ont perfectionnée, Lauth, Camille Kœchlin, Rosensthiel, J. Müller, etc., nous devons faire observer que jusqu'ici un procédé simple, facile, commode, peu coûteux et garantissant absolument la solidité de la fibre, était encore à publier, sinon à inventer. C'est dans cet espoir que nous nous sommes mis à l'œuvre, et nous avons été assez heureux pour trouver le procédé suivant, qui réunit ces conditions diverses et nous a donné jusqu'ici d'excellents résultats, depuis le mois de janvier 1873, ainsi qu'un échantillon teint à cette époque, et que j'ai l'honneur de vous soumettre, vous le montrera. Frappé de l'écueil que rencontraient tous les chercheurs de noir qui mélangeaient dans leurs bains avec les sels d'aniline, des agents oxydants tout formés, ce qui produisait une réaction extrêmement prompte et dont ils ne pouvaient être toujours les maîtres, nous avons songé à remplacer ces agents d'oxydation rapide par des corps facilement oxydables au contact de l'air, et qui, n'agissant ainsi que peu à peu, devaient épargner la solidité des fibres si peu respectée par les autres procédés; et à ce titre, le protochlorure de fer a attiré notre attention. Nous avons effectivement obtenu par son moyen des résultats assez bons; mais l'idée nous est venue d'y associer des sels manganeux et d'utiliser pour cela les résidus de la préparation du chlore dans les papeteries, blanchisseries et fabriques de produits chimiques,

dont on infecte actuellement les canaux. Ayant commencé par neutraliser complétement avec du fer, à chaud, ces liqueurs naturellement très-acides, et les ayant employées comme base métallique et agent oxydable, concurremment avec un sel d'aniline faiblement acide et du chlorate de potasse, nous avons reconnu qu'on pouvait produire dans ces conditions un fort beau noir, très-solide, résistant parfaitement aux agents chimiques et atmosphériques, se produisant complétement à froid, et n'attaquant nullement les fibres. Une série de plusieurs centaines d'expériences que nous entreprîmes alors pour régulariser ce procédé et le rendre facilement applicable à la teinture des ateliers, nous a conduit aux conclusions suivantes :

PROCÉDÉ DE TEINTURE

Pour teindre les fils de coton en noir inaltérable, on commence par les débouillir convenablement, puis on les tord à la cheville ; on les passe alors, poignée par poignée, et à court bain, dans le mélange dont la composition se trouve ci-après, dont on a soin de les imprégner bien uniformément ; on les tord alors à la main, de manière à ce qu'ils n'égouttent plus étant suspendus, et on les laisse s'oxyder à l'air, soit sur perches, soit dans des cuveaux, durant 24 heures ; au bout de ce temps, ils sont devenus noirs verdâtres, de verts clairs qu'ils étaient au début L'oxydation est terminée, et il suffit de passer alors pendant quelques minutes, le coton ainsi préparé dans un bain très-faible et chaud de bichromate de potasse, pour développer complétement le noir. On le rince à grande eau, et on le fait sécher à l'air ou au séchoir ; le noir formé est magnifique, il résiste parfaitement aux alcalis, au savon, aux acides faibles, et n'est attaqué, comme nous l'avons dit plus haut, que par le chlore et les hypochlorites concentrés, qui le rougissent momentanément.

L'oxydation ayant eu lieu complétement à froid, la solidité de la fibre est tout aussi grande après qu'avant l'opération, et les teinturiers n'ont plus à craindre de brûler complétement une partie, par une température un peu trop élevée dans les séchoirs et les chambres d'oxydation, comme cela leur arrivait fréquemment jusqu'ici.

Voici comment on prépare le bain de teinture :

La base de ce procédé, le chlorure de manganèse et de fer, qui provient des usines où l'on fabrique du chlore, en sort jaunâtre, encore excessivement acide et ne saurait être employé à cet état, à cause de cette trop grande acidité. On commence donc par le neutraliser en le faisant digérer dans les touries, pendant quelques heures, dans un bain

d'eau chaude, avec des rognures de fer, jusqu'à ce que l'effervescence produite au début ait complétement cessé, et que la liqueur soit presque neutre aux papiers réactifs. Elle doit alors marquer environ 40° à l'aréomètre Baumé. Il faut 40 °/₀ de ce mordant dans la composition du bain, soit 40 litres pour 100 kilog. de coton. On fait dissoudre à chaud dans 90 litres d'eau ordinaire, 15 kilog. de monochlorhydrate d'aniline sec et en plaques, et 4 kilog. de chlorate de potasse cristallisé. On laisse refroidir à la température ordinaire cette double dissolution, et au moment de s'en servir on y ajoute les 40 litres de chlorure. Le bain devient immédiatement vert clair, et fonce peu à peu en nuance jusqu'au noir verdâtre ; aussi ne peut-on pas employer un bain fait de la veille, et est-on obligé de ne faire le mélange que quand on est sur le point de s'en servir.

Le volume du bain précédent est d'environ 150 litres, et suffit parfaitement à imprégner les 100 kilog. de coton débouilli et tordu. On ne doit pas avoir plus de 3 à 4 litres d'excédant. Quant au prix de revient de cette teinture, le voici :

Pour 100 kil. de coton	15 kil. de chlorhydrate d'aniline à 3f50,....	42f50
	4 kil. de chlorate de potasse à 4f,.....	16,00
	40 lit. de résidus de manganèse à 0f05c,....	2,00
	1 kil. de bichromate de potasse à 2f,.....	2,00
	TOTAL.	62f50

Soit 62f50 pour 100 kilog. de coton, ou 0f62 le kilog.

Les teinturiers en noir d'aniline faisant payer leur teinture de 1f50 à 3f50 le kilog., on voit qu'il leur reste une marge assez considérable, et que cette opération bien faite leur procure un sérieux bénéfice.

Nous espérons que cette communication, en vulgarisant un procédé aussi commode que sûr et peu coûteux, aura pour résultat d'augmenter la production de cette précieuse couleur, et en abaissant son prix, d'en faciliter l'application à des genres de tissus, pour lesquels le prix élevé qu'on en demandait jusqu'ici, était un obstacle insurmontable.

M. PASTEUR

Membre de l'Institut.

SUR LA FERMENTATION

— Séance du 23 août 1875. —

A M. Dumas, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences.

Il y a dix-sept ans environ, je vous priais d'annoncer à l'Académie que, si l'on dépose quelques cellules de levûre dans une solution de sucre mêlée à un sel d'ammoniaque et aux matières minérales de la levûre, la petite plante semée se multiplie, et le sucre fermente. Ce fait jeta une grande lumière sur la nature de la levûre et sur la fermentation. La levûre apparaissait comme douée d'une puissance d'organisation qu'on était loin de soupçonner, et la fermentation se montrait liée à la vie du ferment. La matière fermentescible, de son côté, s'offrait comme un des aliments du ferment, l'aliment auquel ce dernier emprunte, pour le moins, tout le carbone qui entre dans sa constitution.

La cause du mystère de la fermentation n'en restait pas moins cachée. En effet, si l'on vient à remplacer, dans l'expérience dont il s'agit, les cellules de la levûre par les spores d'une moisissure, du *penicillum glaucum* par exemple, on observe exactement les mêmes phénomènes de nutrition, sans toutefois que la fermentation du sucre se manifeste.

Pourquoi, dans un cas, la vie d'une des plantes est-elle associée à la décomposition du sucre suivant les lois de la fermentation, et pas du tout dans l'autre? Depuis l'époque que j'ai rappelée tout à l'heure, je ne cesse d'être préoccupé de la solution de ce problème ; vous savez que je crois la posséder enfin, cette solution, que j'ai indiquée déjà, en 1861. Tous les faits que j'ai recueillis me portent à envisager aujourd'hui la fermentation comme la conséquence de la vie sans air ou avec insuffisance d'air.

Le caractère ferment n'est plus, suivant moi, une propriété inhérente à certains organismes, mais l'effet d'un mode de vie et de nutrition auquel ceux-ci se trouvent par hasard exposés ; et tout être, toute cellule qui, à un moment donné de leur développement, peuvent vivre sans air, doivent devenir ferments pour celui de leurs aliments capable de leur fournir les matériaux oxygénés dont l'être ou la cellule ont besoin, ainsi que la chaleur utile au travail chimique qu'ils élaborent.

Si certains organismes ont mérité d'être distingués sous le nom de ferments d'autres organismes extrêmement voisins, c'est uniquement parce que la vie des premiers peut se prolonger dans les conditions de la vie sans air, et qu'il en est résulté des effets considérables, tant par leur grandeur que par leur utilité, effets tout spontanés d'ailleurs, qui ont appelé l'attention sur les agents qui les produisaient.

Parmi les preuves que j'invoque à l'appui de cette théorie nouvelle de la fermentation, une des plus convaincantes assurément est la suivante : plus on offre d'oxygène libre à la levûre pendant qu'elle agit sur le sucre, moins elle en décompose. Le maximum de son effet correspond à son état de vie sans intervention de l'oxygène libre ou dissous ; le minimum, à la plus grande action possible de ce gaz. Jusqu'à présent, toutefois, je n'avais pu réussir à faire que la levûre se transformât entièrement en végétal cellulaire aérobie. Quand j'étale une solution sucrée fermentescible en très-faible épaisseur au contact de l'air, et que j'y sème de la levûre, je vois bien celle-ci pulluler avec une facilité merveilleuse, et le rapport du poids du sucre décomposé au poids de levûre formée diminuer d'autant plus que l'air a un plus libre accès; mais une portion du sucre subit toujours l'action du ferment, en donnant les produits ordinaires de la fermentation alcoolique. Il y aurait un très-grand intérêt théorique à pouvoir supprimer cette dernière partie du phénomène. La levûre se trouverait ainsi dépouillée complétement de son caractère ferment. Elle deviendrait momentanément une moisissure proprement dite, une plante aérobie ordinaire, qu'il suffirait de submerger plus ou moins à l'abri de l'air pour lui rendre aussitôt, par le fait de son nouveau mode de vie, le caractère ferment. Malheureusement, il y a une grande difficulté à entourer, pour ainsi dire, chaque cellule de levûre d'une atmosphère d'oxygène, de façon à ce que ce gaz soit constamment présent pour tous les actes de la vie de cette cellule. On a beau aérer le liquide, l'étaler en couches minces au contact de l'air, très-promptement la poussière de cellules qui recouvre le fond du vase donne une épaisseur sensible à l'œil nu, et par conséquent un nombre immense de fois plus considérable que l'épaisseur d'une ou plusieurs cellules superposées. Il en résulte que le gaz oxygène en dissolution dans le liquide peut bien alimenter les couches superficielles du dépôt des cellules, mais sans rien fournir à celles qui sont plus profondément situées. Dans celles-ci, dès lors, s'exerce la vie sans air et la fermentation : voilà pourquoi, sans nul doute, je n'avais point réussi encore, comme je le disais tout à l'heure, à rendre la levûre complétement aérobie, et à la placer dans les conditions où son caractère ferment serait supprimé d'une manière plus ou moins absolue. Mais si nous remarquons que les effets dont je viens de parler sont étroitement liés à la très-facile assimilation du sucre par la levûre

au contact de l'air, nous nous dirons que, si on donnait à la levûre pour aliment sucré une matière hydro-carbonée non fermentescible, ou tout au moins de fermentation lente et difficile, les cellules de la levûre pourraient être toujours entourées d'air, grâce à la lenteur de leur développement, et qu'alors la levûre pourrait vivre entièrement à la manière des moisissures sans provoquer la fermentation.

C'est en effet ce qui arrive.

J'ai reconnu qu'on pouvait faire pousser toutes les sortes de levûres alcooliques à la surface des liquides contenant des matières sucrées, en présence de l'air, sans que la levûre devînt ferment. Elle vit comme une moisissure, assimile le sucre et l'oxygène, et dégage de l'acide carbonique, comme fait une plante aérobie inférieure ; mais si l'on vient à la submerger dans un moût sucré facilement fermentescible, aussitôt elle y provoque la fermentation. Je donnerai ailleurs les détails des expériences.

Il serait difficile, ce me semble, de pousser plus loin la démonstration que les ferments sont des organismes ordinaires doués seulement de la propriété de s'accommoder à des conditions de nutrition autres que celles qui sont propres aux plantes ordinaires. J'oserais dire en terminant que la fermentation n'est plus un mystère, ou du moins que ce qu'il y a d'inexplicable dans ce phénomène est remplacé par le mystère de la vie sans air.

Il est opportun de rapprocher des faits et des considérations de cette note ceux que m'ont offerts le *mycoderma vini* et les moisissures vulgaires, ainsi que les résultats qui ont été obtenus, pour la première fois, par MM. Lechartier et Bellamy sur les fruits. Au sujet de ces derniers résultats, je ferai remarquer que quelquefois les fruits à l'état naturel, entourés d'air, contiennent déjà de très-faibles quantités d'alcool, ce qui ne saurait surprendre.

M. LAMY

Professeur à l'École centrale.

RECHERCHES SUR LA SOLUBILITÉ DE LA CHAUX DANS L'EAU

— Séance du 25 août 1875. —

Dalton, le premier, a signalé ce fait curieux que la chaux est plus soluble dans l'eau froide que dans l'eau chaude, et a donné les nombres suivants pour représenter sa solubilité à diverses températures :

Une partie d'eau à	Dissout en chaux anhydre
15° 6.....	$\frac{1}{778} = 0{,}001285$
54° 4.....	$\frac{1}{972} = 0{,}001029$
100°.....	$\frac{1}{1270} = 0{,}000787$

Les nombres 0,1285 et 0,0787 sont ceux que l'on trouve dans tous les traités de chimie, comme coefficients de solubilité de la chaux aux températures 15° et 100°. Ils ont été vérifiés en 1821, par Richard Philipps, qui a de plus donné le nombre 0,1538, pour la solubilité à zéro degré, ou à une température très-peu supérieure.

Ces travaux des deux savants anglais sont les seuls, à ma connaissance, qui aient été faits sur la solubilité de la chaux dans l'eau. Ayant été conduit à m'occuper du même sujet, j'ai obtenu des résultats assez différents de ceux que je viens de rapporter, pour que j'aie jugé à propos de faire une nouvelle et plus complète détermination de la solubilité de la chaux dans l'eau pure. Cette étude, qui peut paraître, au premier abord, aussi rapide que simple, présente pourtant des difficultés et exige des précautions que ne paraissent pas avoir soupçonnées Dalton et Philipps.

J'avais fait une première série de déterminations à 0°,15°, 50° et 100°, lorsqu'en voulant vérifier mes propres résultats, je ne retrouvai plus les mêmes nombres, bien que les conditions dans lesquelles j'opérais parussent identiques. Soupçonnant alors que la filtration, nécessaire pour avoir des dissolutions limpides, avait une influence sur leur teneur en chaux, je fractionnai les produits filtrés pour les soumettre séparément à l'analyse. Je pus reconnaître ainsi qu'en effet le papier ou la fibre végétale du filtre, a la faculté de retenir une notable portion de chaux de la dissolution, en fixant cette base à la manière dont elle agit sur certaines matières colorantes ; mais je constatai de plus que cette absorption atteignait assez vite un maximum, ou en d'autres termes que la fibre végétale une fois saturée n'exerçait plus d'action décomposante sur une nouvelle partie de la même dissolution. Je me propose de revenir plus tard sur cet effet de la matière organique sur la chaux, lequel est d'ailleurs beaucoup plus marqué quand on opère avec des fibres animales.

Une autre cause d'erreur dans les déterminations de la nature de celles dont il s'agit ici, résulte d'un défaut ou d'un excès de saturation de la dissolution analysée. Une trop faible quantité de chaux en suspension dans l'eau, ou une durée insuffisante de contact, donnent une

dissolution incomplétement saturée. Au contraire, une dissolution saturée à 15° et même à 0° peut être portée à 40° et jusqu'à 60 sans se troubler ou laisser déposer de chaux. Pour éviter ces deux écueils, il est nécessaire de composer le lait de chaux avec un grand excès de cette base, de l'agiter fréquemment, et de maintenir la température pendant un temps assez long pour que la proportion dissoute reste constante. Enfin, il est nécessaire de filtrer rapidement les dissolutions à la température même de l'observation. Inutile d'ajouter que l'on ne doit opérer que sur de la chaux bien pure.

J'indiquerai les principales précautions que j'ai prises pour me mettre à l'abri de toutes les causes d'erreur que j'ai rencontrées, d'autant plus volontiers que les nombres qui seront donnés plus loin accusent une singulière anomalie dans la courbe de solubilité qui les représente.

Préparation des dissolutions. — La chaux qui m'a servi était produite par la calcination de beau marbre blanc bien lavé, puis éteinte, soit rapidement par immersion dans l'eau, soit lentement sous un récipient fermé en présence de ce liquide. Elle était ensuite lavée à diverses reprises, avec plusieurs dizaines de fois son poids d'eau, pour enlever les traces de potasse et de sels solubles, notamment de chlorure, que la chaux de marbre le plus pur contient presque toujours. Enfin on composait un lait, dans lequel la proportion de cette base était au moins 8 à 10, et jusqu'à 50 fois la quantité soluble possible, et en volume suffisant pour toutes les déterminations à faire aux diverses températures de 0 à 100°. Pour chaque température, on employait un ou deux litres de ce lait de chaux, de manière à pouvoir prélever des échantillons, et juger de l'instant ou la saturation était complète. Les flacons fermés contenant le lait calcaire étaient placés, soit dans de la glace fondante, soit dans un bain-marie d'eau plus ou moins chaude, maintenue à une température déterminée, aussi constante que possible. Tous les quarts d'heure au moins, pendant le jour, ils étaient secoués pour remettre l'excès de chaux en suspension dans l'eau. Dans des expériences qui ont duré plusieurs jours consécutifs à 0°, 15°, 17° et 18°, la température n'a pas varié d'un quart de degré.

Filtration. — La filtration du lait de chaux se faisait rapidement dans des entonnoirs doubles à bain-marie, à la température même de saturation. Quand on opérait à la glace, ou au dessous de 50°, rien n'était plus facile que de remplir ces conditions. A zéro degré par exemple, on entourait de glace l'entonnoir à filtre, et un autre entonnoir fermé par le bas, placé intérieurement, recevait également de la glace. Ce dernier n'était enlevé qu'au moment de la filtration, quand le papier

filtre ainsi que l'entonnoir avaient bien pris la température zéro. Il était presque aussi aisé de maintenir invariable la température de 15°, 18° et même 30°, au milieu d'une atmosphère ambiante peu différente.

Mais lorsque la filtration devait avoir lieu au-dessus de 50°, 70°, et surtout à 100°, on éprouvait plus de difficulté, à cause de la rapidité du refroidissement. A 100°, on avait soin d'entretenir bouillante dans la double enveloppe de l'entonnoir, une dissolution saturée de sel marin, et malgré cette précaution, la température du liquide filtré tombait encore à 97° et même à 95°; seulement, comme cette opération n'exigeait que quelques minutes, l'accroissement de la quantité de chaux dissoute ne pouvait être que très-faible; cet effet étant d'ailleurs en partie compensé par la carbonatation à l'air d'une minime portion de chaux.

Mais une des causes d'erreur les plus graves est, comme je l'ai dit, celle qui résulte de l'action du filtre lui-même sur la dissolution. Pour l'écarter, j'ai fractionné les produits filtrés dans des flacons séparés, jaugés et numérotés, d'une centaine de cent. cubes de capacité. L'influence du filtre se faisait sentir jusqu'au n° 4. A partir de ce moment, c'est-à-dire après le passage de 400 cent. cubes, et à la condition qu'il n'y eût jamais dans le filtre plus de 100 cent. cubes de dissolution à la fois, la teneur en chaux devenait constante, et l'action du filtre sensiblement nulle. J'ai vérifié ce fait, à plusieurs reprises, en profitant de circonstances favorables où la température du lait de chaux était restée constante pendant une nuit tout entière, et où le liquide, surnageant la chaux déposée, s'était assez bien éclairci pour qu'on pût décanter des échantillons presque complétement limpides.

Essais et analyses. — Afin de pouvoir multiplier les analyses de dissolution de chaux, tout en opérant rapidement, j'ai fait usage de liqueurs titrées d'acide sulfurique, avec des précautions que je vais indiquer.

J'ai d'abord composé une liqueur acide normale dont 10° contenaient à très-peu près 0gr 1475 d'acide sulfurique monohydraté, représentant 0gr 0838 de chaux anhydre pure. Le tournesol avait été purifié, de façon que la quantité employée dans chaque essai de 100 gr. absorbât moins de $\frac{1}{10}$ de la division de la burette, soit un dixième de goutte de l'acide normal. Cette burette étant divisée en dixièmes de cent. cubes, et l'appréciation de $\frac{1}{5}$ de division étant facile, dans des mesures ne comprenant pas moins de 100 divisions, il en résultait que j'évaluais la richesse en chaux d'une dissolution avec une erreur plus petite que $\frac{1}{5000}$

Je n'ai pas besoin d'ajouter que j'ai eu soin de contrôler fréquemment la liqueur normale, en dosant directement, à l'état de sulfate, la proportion de chaux contenue dans les dissolutions essayées. Quant aux essais alcalimétriques eux-mêmes, je ferai remarquer que je n'ai pas opéré sous des volumes, comme on le fait d'habitude, mesurés à l'aide de pipettes jaugées, parce que l'incertitude des résultats inhérents à ce mode d'opération n'aurait pas permis d'arriver à une précision suffisamment grande. Pour chaque essai, j'ai préféré peser exactement 100 gr. de la dissolution dans un flacon que l'on avait rempli au moment de la filtration, sans transvasement de nature à altérer plus ou moins la chaux au contact de l'acide carbonique de l'air, et c'est sur ces 100 gr. que les essais ont toujours été faits.

RÉSULTATS

Influence du filtre. — Quelques nombres serviront à montrer combien cette influence est grande.

TABLEAU I

Température de la dissolution	N° du flacon contenant la dissolution	Division de la burette 100 div. = 0 gr. 0838 Ca 0	Quantité de chaux vive sur 100 gr. de la dissol.
0°	1	132	0 gr. 1105
	2	154	
	3	164.5	
	4	166	
	5	167	
	6	167	0 gr. 1399
15°	1	124	0 gr. 1039
	2	146	
	3	154	
	4	154.8	
	5	155.5	
	6	155.25	0 gr. 1300
100°	1	60	0 gr. 0503
	2	66	
	3	69	
	4	70.5	
	5	70.25	
	6	70.5	0 gr. 0591

Influence du temps. — La chaux doit rester en suspension un temps suffisamment long, variable avec la température, pour que la dissolution puisse être considérée comme complétement saturée. Vingt-quatre

.heures de contact au moins sont nécessaires à la température ordinaire ou à la glace ; sept ou huit heures suffisent pour les températures de 30 à 50°, et trois ou quatre au plus pour 100°.

TABLEAU II

Températures	Durée du contact	Division de la burette
15°	3 heures.....	154.25
	6.....	154.5
	24.....	155
	48.....	155.25
	72.....	155
0°	4 heures.....	163
	24.....	167
	48.....	167.2
	72.....	167.25

Relativement à la température 100°, il faut même éviter de la soutenir trop longtemps, parce que le verre dans lequel on fait bouillir la chaux est attaqué peu à peu; d'où résulte une petite quantité de soude libre qui s'ajoute à la chaux en dissolution et contribue à augmenter son titre. Afin de lever toute incertitude sur le nombre que j'avais obtenu à 100° par une ébullition de 3 heures dans le verre, j'ai fait bouillir simultanément le même lait de chaux dans un vase de verre et dans un vase d'argent. Les résultats trouvés 0,0588 et 0,0586, sont presque identiques.

INFLUENCE D'UN ÉCHAUFFEMENT PRÉALABLE DU LAIT DE CHAUX ET DE PLUSIEURS LAVAGES SUCCESSIFS DE LA CHAUX

Mais si pour un même lait de chaux, préparé comme il a été dit, les temps de contact nécessaires à la saturation complète sont ceux que je viens d'indiquer, il n'en est plus tout à fait de même lorsque le lait a été chauffé à 50° pendant quelques heures, ou porté à l'ébullition durant quelques minutes. Les dissolutions chauffées titrent sensiblement un peu moins que les mêmes dissolutions non chauffées.

Des différences analogues se produisent avec de la chaux de plus en plus lavée. Le titre de la dernière est un peu moins élevé que celui de la première.

Dans les deux cas, lorsque le lait de chaux a été bouilli ou lorsque la chaux a été lavée à plusieurs reprises, il est à remarquer que toujours les dissolutions s'éclaircissent plus vite par le repos, par suite d'un apparent accroissement de densité de la chaux en suspension.

Mais il ne faudrait pas se hâter de conclure que la solubilité de la chaux est en réalité modifiée. Elle me paraît simplement rendue plus difficile ou plus lente, comme semble l'indiquer l'expérience suivante :

De l'eau de chaux, quatre fois lavée et bouillie une dizaine de minutes en un vase d'argent, avait titré 150,7 à 15°, tandis que la même eau non bouillie titrait 151,7. Elle marquait 149,4 après six lavages; mais, abandonnée six jours à des températures variables de 13° à 18° et essayée ensuite, elle a redonné 151,15, c'est-à-dire un nombre bien voisin du primitif 151,7.

INFLUENCE DE LA NATURE DE LA CHAUX OU DU DEGRÉ DE CUISSON

Lorsqu'on opère toujours avec de la chaux provenant de fragments de marbre blanc en apparence identiques, on ne trouve pas toujours des nombres identiques pour la solubilité à la même température. Ces différences peuvent provenir, soit de la structure cristalline du marbre, soit du degré de cuisson, soit enfin de l'état moléculaire de la chaux, qui ne sont pas identiques dans tous les cas.

C'est à ces causes sans doute qu'il faut attribuer les différences de solubilité que présente le tableau ci-dessous, qui comprend les nombres extrêmes que j'ai obtenus, avec diverses espèces de chaux, y compris celle du spath d'Islande :

TABLEAU III

TEMPÉRATr•	CHAUX N° 1 2 fois lavée	CHAUX de spath.	CHAUX N° 2 4 fois lavée	CHAUX N° 3, 4 FOIS LAVÉE et recalcinée à basse tempre (1div = 0gr,000838 Ca 0).	CHAUX VIVE dans 100gr de dissolution
0	167,2	»	165,5	169	0gr 1383
10	160,1	158,7	»	»	0 1324
15	»	155	154	»	0 1290
17	154	»	152,7	»	»
18	»	»	»	156	»
25	»	144,2	»	»	0 1202
30	139,7	»	138,4	140,5	0 1156
35	134	»	»	»	0 1116
50	115	114,5	»	116,5	0 0959
60	»	104,2	»	»	0 0871
70	94,3	»	93	»	0 0779
100	70,2	71,5	70,3	72,2	0 0587

COURBE DE SOLUBILITÉ

Si les nombres de ce tableau, correspondant à une même température, sont différents en valeur absolue, ils ne diffèrent en réalité que très-peu en valeur relative, et les courbes qui les représentent, quelle que soit la

série que l'on considère, ont exactement la même allure et sont sensiblement parallèles. Ces nombres accusent une singulière anomalie qui fait mieux ressortir la courbe figurative. On voit, en effet (fig. 85), que cette courbe, au lieu d'être une branche d'hyperbole plus ou moins voisine d'une droite, présente un changement de courbure en deçà de 30°, peu sensible il est vrai, mais incontestable. Après avoir été concave vers l'axe des x, de 0° à 30° environ, elle devient convexe en s'éloignant de l'axe des y, de 30° à 100° (¹).

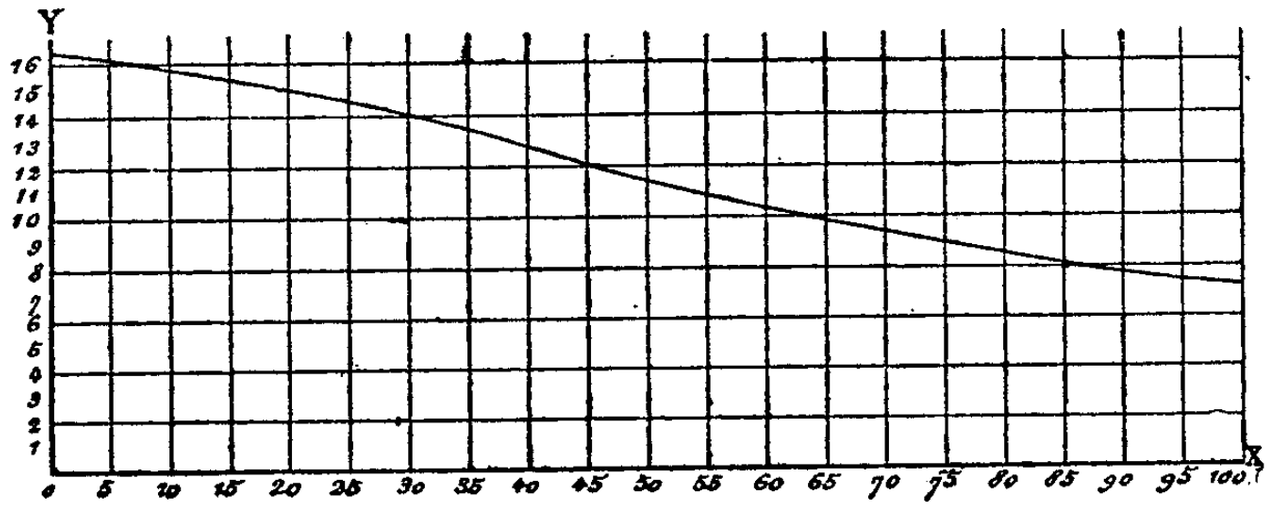


Fig. 85.

Après avoir regardé tout d'abord comme une anomalie ce changement de courbure et l'avoir attribué à quelque erreur dans les mesures j'ai dû, au moins provisoirement, confiant dans les précautions que j'avais prises, l'admettre comme une réalité et en rechercher la cause.

En se guidant par analogie, on peut remarquer que le sulfate de soude est, comme la chaux, plus soluble dans l'eau froide que dans l'eau chaude, et que vers 33°, il présente un maximum de solubilité. A cette température, la courbe figurative de cette solubilité présente un point de rebroussement. Mais on se rend assez bien compte de cette particularité, par cette considération que le sulfate de soude, qui cristallise à 33° ou au dessous est hydraté avec la composition $NaO, SO^3 + 10\,HO$, tandis que le sel, qui cristallise au dessus de 33°, est anhydre. Ce n'est donc pas le même sel qui est en dissolution, selon qu'on considère des températures au dessous ou au dessus de 33°.

En est-il de même de la chaux? — Mes expériences répondent : Non. — En effet, de l'hydrate de chaux, que j'ai obtenu cristallisé au dessus de 60°, m'a présenté la composition CaO, HO, c'est-à-dire la même que celle assignée par Gay-Lussac à l'hydrate de chaux cristallisé à la température ordinaire.

(¹) Dans la fig., une division de l'axe des y, qui vaut 2 degrés centigrades comptés sur l'axe des x, est 119,3 fois plus grande que le nombre qui représente la solubilité pour cent (colonne 6 du tableau 3).

L'irrégularité devrait-elle être attribuée à une saturation incomplète aux basses températures? Cette hypothèse n'est pas impossible ; mais elle me paraît, pour le moment, difficile à admettre, lorsque je tiens compte des résultats (tableau II) obtenus avec des laits de chaux qui étaient restés un jour, deux et même trois jours, à la même température, 15° ou zéro.

En tout cas, je me propose de répéter mes expériences au moyen de l'hydrate de chaux cristallisé, chimiquement pur, dont j'ai parlé plus haut, et dont je m'occupe en ce moment de préparer de notables quantités, en multipliant encore les précautions pour arriver à la certitude absolue d'une saturation complète des dissolutions calcaires, surtout aux basses températures.

M. SCHUTZENBERGER

Directeur du laboratoire des hautes études chimiques à la Sorbonne.

CONSTITUTION DES MATIÈRES ALBUMINOÏDES

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 23 août 1875. —

M. P. SCHUTZENBERGER rend compte des résultats de recherches poursuivies depuis plus d'un an sur l'albumine et ses congénères, en vue d'établir la constitution de ces corps.

Ayant observé que l'albumine et les corps analogues, chauffés vers 150 degrés avec de l'hydrate de baryte, se dédoublent entièrement en principes cristallisables, et que la détermination complète de ces principes pourrait résoudre la question encore obscure de la constitution des matières albuminoïdes, M. Schutzenberger a soumis les produits de cette réaction à des analyses qualitatives et quantitatives aussi approchées que possible.

Les principaux résultats auxquels il est arrivé sont les suivants :

1° Les diverses matières albuminoïdes chauffées à 150 degrés avec de l'eau et de l'hydrate de baryte, dégagent une partie de leur azote, sous forme d'ammoniaque. La quantité d'azote ainsi mise en liberté varie entre 3,5 et 4 pour 100 de la matière, suivant la nature du corps soumis à l'expérience. Il se sépare en même temps un mélange, en proportions variables, suivant l'espèce de la matière albuminoïde, de carbonate et d'oxalate de baryum.

La quantité d'ammoniaque dégagée, comparée au poids de carbonate et d'oxalate de baryum, conduit à ce résultat que cette ammoniaque, ainsi que l'acide carbonique et l'acide oxalique, dérive de la décomposition des groupements de l'urée et de l'oxamide.

2° Toutes les matières albuminoïdes fournissent, dans des conditions identiques, de l'acide acétique dont la quantité est à peu près la même pour toutes et s'élève à une molécule pour 1612 de substance albuminoïde (une molécule).

3° Le produit de la réaction contient une certaine quantité de sel barytique soluble, non précipitable par l'acide carbonique : la baryte, non précipitable par le gaz carbonique, qui reste en solution, correspond à un atome de baryum pour chaque molécule de substance albuminoïde (1612).

Les acides qui retiennent la baryte sous forme de sels non précipitables par l'anhydride carbonique, appartiennent au groupe des acides amidés de la formule générale $C^n H^{2n-1} Az O^4$ (acides glutamique, aspartique, etc.).

4° L'analyse immédiate a démontré, dans le produit de la réaction des matières albuminoïdes avec la baryte, la présence des acides amidés de la série $C^n H^{2n+1} Az O^2$ (n étant respectivement égal à 7, 6, 5, 4, 3) et notamment de la leucine, de la butalanine, de l'acide amido-butyrique.

A côté de ces termes, on trouve d'autres produits appartenant à une série parallèle non saturée de la formule générale $C^n H^{2n-1} Az O^2$ (n égal respectivement à 6, 5, 4).

D'après l'analyse élémentaire du mélange amidé résultant de l'action de la baryte sur l'albumine, après séparation de l'ammoniaque, du carbonate et de l'oxalate de baryte ainsi que de l'excès de baryte restée en solution, la réaction peut être représentée, très-probablement, par l'équation suivante :

$$C^{72} H^{112} Az^{18} O^{22} S + 15 H^2 O$$
$$= CH^4 Az^2 O + C^2 H^4 Az^2 O^2 + C^2 H^4 O^2 + S + C^{67} H^{130} Az^{14} O^{32}$$

Urée. Oxamide. Ac. acétique. Mélange amidé.

En retranchant de la formule approximative du mélange amidé deux molécules d'acide glutamique correspondant à la baryte non éliminable par le gaz carbonique, il reste $C^{57} H^{112} Az^{12} O^{24}$, qui répond assez exactement à la formule générale $C^n H^{2n} Az O^2$, pour $n = 57$.

On voit que cette formule est une moyenne entre la formule $C^n H^{2n} + {}^1Az O^2$, à laquelle répondent la leucine et ses homologues trouvés dans le mélange, et celle $C^n H^{2n} - {}^1Az O^2$, à laquelle répondent les corps non saturés également isolés. On peut donc admettre que les corps des deux séries se trouvent en proportions moléculairement équivalentes dans le mélange amidé.

Comme, de plus, toutes les matières albuminoïdes ont donné, dans les mêmes circonstances, des mélanges amidés offrant à peu de chose près la même composition qualitative et quantitative, on est conduit à admettre que les substances protéiques ont toutes un noyau commun, lequel, dans tous ces corps, possède une constitution identique. Cette manière de voir les choses fait revivre l'ancienne théorie de Mulder, mais sous une forme plus précise, puisqu'elle permet de se rendre compte de la constitution de ce noyau ou radical commun (protéine). Les différences observées dans les matières albuminoïdes dépendraient de la nature et des quantités des principes étrangers secondaires qui viennent se grouper autour de ce noyau commun : urée, oxamide, acides glutamique, aspartique, etc.

DISCUSSION

A l'occasion de l'importante communication de M. Schutzenberger, M. Béchamp rappelle une expérience faite par lui, il y a environ vingt ans, à la Faculté de Strasbourg, expérience qui consiste à oxyder l'albumine à l'aide du permanganate de potassium. Le résultat de cette oxydation a été la production d'une très-petite quantité d'urée.

Par cette remarque, M. Béchamp semblait revendiquer la priorité pour quelques-uns des résultats obtenus par M. Schutzenberger. M. Wurtz fait observer que l'observation isolée de M. Béchamp n'a qu'un rapport très-éloigné avec les recherches si variées et si achevées de M. Schutzenberger.

M. ANDREWS

Professeur au Queen's College, Belfast.

FAITS SUR L'OZONE ET SUR LE CHLORE ÉLECTRISÉ

— Séance du 23 août 1875. —

L'auteur commence par décrire un appareil simple, à l'aide duquel on peut faire voir la production de l'ozone dans un cours. C'est un tube en U dont une des branches est beaucoup plus large que l'autre ; la branche étroite se prolonge en un tube recourbé qui vient plonger dans une éprouvette pleine d'acide sulfurique. On a engagé dans la branche large un tube en verre mince, fermé par le bas, et l'on a soudé ce tube à la partie supérieure du tube large, de façon à former une espèce de moufle à l'intérieur de la grande branche du tube en U, laquelle est close. Cette moufle est remplie d'eau, et l'on plonge dans celle-ci un des rhéophores d'une bobine de Ruhmkorff ; le tube en U lui-même est plongé dans un vase plein d'eau, où vient aboutir le second rhéophore.

On a préalablement rempli l'appareil d'oxygène sec, à l'aide d'une tubulure latérale que l'on a fermée à la lampe ultérieurement. Aussitôt que l'électricité circule, l'ozone se forme dans l'appareil, et l'on voit l'acide sulfurique s'élever dans le tube plongeur. Sa contraction peut atteindre un dixième du volume de l'oxygène.

L'auteur termine en donnant un court résumé de quelques expériences qu'il a faites sur l'ozone et le chlore électrisé.

I. — 1° Mélangé à l'oxygène et conservé dans un tube fermé, l'ozone s'y conserve quelques semaines, mais l'intensité de ses réactions caractéristiques va en diminuant.

2° Mélangé avec de l'oxygène dans un tube contenant des fragments de verre, l'ozone disparaît quand on agite le tube. Ce fait est-il dû à l'action mécanique, ou bien est-il dû à la soude que renferme le verre?

3° Si l'on fait passer une petite quantité d'ozone sur des feuilles d'argent, il y a une faible oxydation ; le poids des feuilles d'argent ne change presque pas ; mais si l'on vient à faire passer sur les mêmes feuilles d'argent une grande quantité d'ozone, celui-ci se détruit complétement.

II. — L'appareil décrit plus haut peut servir à électriser le chlore. Sous l'influence du courant électrique, le gaz ne change pas de volume quand la température a été maintenue constante. Les affinités du chlore ne sont pas changées si le gaz est sec ; mais s'il est humide, il attaque alors le platine, sur lequel il n'a aucune action quand il n'a pas été électrisé.

On s'est demandé si, dans ces conditions, il ne se produirait pas un composé oxygéné du chlore.

M. G. SALET

Préparateur à la Faculté de Médecine.

SUR LES SPECTRES MULTIPLES

— Séance du 23 août 1875. —

Je demande à la Section de chimie la permission de traiter devant elle une question de physique, qui me paraît intéresser les chimistes plus que les physiciens. Je veux parler de la spécificité des caractères spectroscopiques.

Au début de l'analyse spectrale, on admettait avec Kirchhoff que chaque métal donnait un spectre caractéristique ; les moyens d'obtenir celui-ci, l'état de liberté ou de combinaison de l'élément considéré n'entraient pas en ligne de compte : tout était très-simple, comme on le voit. Les travaux postérieurs altérèrent la simplicité de la loi primitive pour la faire cadrer avec de nouveaux faits. Mitscherlich fils et Diacon mirent hors de doute l'existence des spectres des corps composés ; ils firent voir, par exemple, que le chlorure de baryum fournit un spectre

différent de celui du baryum et de celui du chlore. Ces résultats amoindrirent la confiance des chimistes dans l'analyse optique ; ils forcèrent les spectroscopistes à définir convenablement l'état de combinaison de l'élément dont ils décrivaient le spectre, enfin, ils obligèrent l'analyste à reproduire des conditions expérimentales identiques toutes les fois qu'il voulait retrouver le même élément avec le spectroscope. Au point de vue de la philosophie de la science, les conséquences de la nouvelle découverte n'étaient pas moins graves : la lumière, analysée par le prisme, apparaissait comme émise, non pas par les atomes du gaz incandescent, mais par ses molécules. En d'autres termes, contrairement à l'hypothèse énoncée autrefois par Ampère, c'étaient les vibrations des systèmes d'atomes réunis par l'affinité et non celles des atomes eux-mêmes, qui donnaient lieu au phénomène lumineux.

Plus tard, dans le cours d'un grand travail sur les spectres des métalloïdes, Plücker et Hittorf arrivèrent à des conclusions plus importantes encore. D'après ces savants, le même gaz simple pouvait, selon les conditions de température et de pression, donner des images spectrales absolument différentes. Les chimistes se demandèrent alors ce qu'il restait de la spécificité des spectres, par conséquent de la sûreté de l'analyse prismatique; ils cessèrent de s'occuper de spectroscopie. Quant aux physiciens, ils n'admirent pas l'opinion de Plücker et rejetèrent sur le compte des erreurs expérimentales les étranges résultats auxquels il était arrivé. « Plücker, dirent-ils, opère avec des tubes de Geissler, c'est-à-dire avec ce qu'on appelait autrefois des tubes vides. Il ne faut pas moins que l'emploi des meilleures machines pneumatiques connues pour amener la substance à étudier à l'état d'atténuation qu'elle réclame pour s'illuminer dans ces appareils. Les impuretés du gaz, de la machine, du verre, des électrodes ont une masse comparable à celle du gaz lui-même. Comment contrôler la pureté de quelques millièmes de milligramme de matière? » Autre argument, tiré cette fois des conséquences théoriques de la découverte de Plücker : « Comment un gaz élémentaire, c'est-à-dire le milieu le plus simple qu'il soit possible d'imaginer, peut-il offrir selon le cas des caractères optiques absolument différents? » Vous le voyez, il ne manquait pas de raisons pour nous faire abandonner la croyance aux spectres multiples; peut-être manquait-il des expériences : car enfin, c'est la vérité expérimentale que nous cherchons. Or, voici quelques années que je multiplie ces expériences, et, chose curieuse, c'est l'opinion de Plücker qui se trouve confirmée.

Il faut en prendre son parti. Certes il serait plus simple que les gaz élémentaires n'eussent qu'un spectre, comme aussi que le phosphore n'existât pas sous deux modifications; mais enfin les faits ne peuvent

être modifiés et il suffit de connaître les deux états du phosphore ou les deux spectres du soufre, pour ne pas confondre le phosphore rouge avec un corps nouveau et le spectre cannelé du soufre avec celui de toute autre substance.

Voici les faits. On prend de l'iode purifié par des sublimations réitérées, on vaporise ce métalloïde dans un tube de verre et l'on examine la vapeur par transparence à l'aide du spectroscope. On découvre une série de bandes noires ombrées vers le violet et courant du rouge au vert; c'est le premier spectre d'absorption connu et l'un des plus beaux. Dans le même tube on fait éclater l'étincelle électrique : aussitôt apparaissent dans le spectre des lignes brillantes n'ayant aucun rapport de position avec les bandes ombrées. Comment expliquer le phénomène dans la théorie des spectres uniques? Par la présence dans la vapeur d'iode d'un composé auquel celui-ci devrait sa couleur et dont les éléments seraient séparés par l'étincelle. Cette hypothèse fera reculer tous les chimistes, car elle devra être renouvelée par le brome, le soufre, le sélénium, etc., et dans chacun de ces corps il faudra supposer l'existence d'un composé parfaitement inconnu, étonnamment colorant, dont un des éléments serait le métalloïde que nous connaissons, et dont l'autre, ne donnant aucune raie attribuable à nos corps simples, constituerait une substance nouvelle et différente pour chaque métalloïde. Ainsi, point de preuves expérimentales en faveur des spectres uniques; hypothèses compliquées et hasardées pour en faire admettre l'existence.

Mais, dira-t-on, le spectre cannelé de l'iode est un spectre d'absorption, ce n'est pas à proprement parler un spectre lumineux. Chauffons la vapeur d'iode, elle va émettre de la lumière, cette lumière, comme la loi des pouvoirs émissif et absorbant le faisait prévoir, fournit un spectre constituant l'épreuve négative du spectre d'absorption. Il y a donc pour l'iode deux spectres d'émission.

Répétons l'expérience avec un autre métalloïde. Chauffons fortement de la vapeur de soufre : nous obtiendrons par absorption un spectre de bandes. Faisons éclater dans la même vapeur, à une faible pression, l'étincelle d'induction, nous aurons une contre-épreuve du même spectre; augmentons la tension de l'étincelle, des lignes nouvelles apparaîtront qui n'auront avec les bandes primaires aucun rapport de position. Nous sommes donc amenés aux mêmes conclusions que tout à l'heure, et, ici encore, il n'est pas question des tubes de Geissler, par conséquent la plus forte objection faite au travail de Plücker porte à faux. Hâtons-nous d'ajouter que, si les tubes de Geissler doivent être rejetés dans les expériences ayant pour but d'établir si les gaz peuvent avoir, oui ou non, deux spectres, une fois la question vidée, ils deviennent

des instruments commodes que l'on peut employer avec sûreté en remplaçant, comme je l'ai fait, leurs électrodes par des gaînes métalliques extérieures. Un appareil construit d'après ce principe permet d'étudier facilement les bandes et les lignes du soufre, du sélénium, etc.

Le corps simple pour lequel la question des spectres doubles a été le plus longtemps litigieuse est sans contredit l'azote. L'azote n'existe qu'à l'état gazeux, il n'a point de spectre d'absorption et il donne dans les tubes de Geissler, selon sa pression et la tension de l'étincelle, de magnifiques bandes ombrées d'un côté, ou des lignes brillantes. Comme il est très-difficile de le priver de très-petites quantités d'oxygène, les adversaires des spectres doubles ont attribué tout de suite les bandes cannelées à un oxyde ; mais personne ne semble avoir fait remarquer que le corps obtenu réellement par l'action de l'électricité dans un mélange d'azote et d'oxygène, est le peroxyde d'azote, dont le spectre est parfaitement connu et ne coïncide pas du tout avec le spectre de bandes en question.

Si on avait réussi, en débarrassant complétement l'azote d'oxygène, à préparer un gaz ne fournissant plus qu'un spectre, la question des spectres doubles aurait été évidemment tranchée, — du moins en ce qui regarde l'azote. On a donc cherché à purifier l'azote, on l'a chauffé dans le tube de Geissler lui-même avec du sodium et l'on a vu effectivement disparaître le spectre cannelé ; seulement les lignes du second spectre avaient disparu du même coup, elles étaient remplacées par celles dues aux impuretés du sodium, à des gaz hydrocarburés principalement. L'expérience n'est donc nullement décisive : elle prouve seulement que les tubes de Geissler étant déjà des appareils assez infidèles dans les conditions ordinaires, ils le deviennent bien autrement quand on cherche à y effectuer des réactions chimiques, surtout avec un corps d'une pureté toujours incertaine, comme le sodium (1).

Si nous ajoutons que l'ammoniaque séchée avec soin donne les bandes cannelées comme l'air atmosphérique, il semble naturel d'admettre qu'elles sont dues à l'élément commun aux deux gaz, c'est-à-dire à l'azote.

Les métalloïdes ne sont plus seuls aujourd'hui à présenter des spectres doubles. En opérant par voie d'absorption, MM. Roscoe et Lockyer ont réussi récemment, en Angleterre, à observer les spectres des vapeurs métalliques à de basses températures. Ceux des métaux alcalins sont cannelés comme ceux des métalloïdes. Devant des faits aussi nombreux, nous devons accepter l'existence des spectres doubles

(1) L'auteur a prouvé, depuis cette communication, que dans l'expérience en question, l'azote est absorbé par le sodium métallique et qu'il ne cesse de donner son spectre que parce qu'il disparaît en tant que gaz.

comme une vérité d'expérience : cherchons-en les conséquences au double point de vue de la théorie et de la pratique.

En pratique, il ne doit plus être indifférent désormais d'obtenir un spectre élémentaire dans telle ou telle condition de température et de pression ; il faut définir soigneusement ces conditions lorsqu'on décrit un spectre et s'y replacer pour l'obtenir de nouveau. Chaque spectre peut d'ailleurs servir à caractériser l'élément qui le fournit, il donne même certaines indications sur sa température, les spectres cannelés correspondant à un degré de chaleur moins élevé que les spectres de lignes et celles-ci devenant nébuleuses pour des températures encore plus hautes.

Quant à la théorie des spectres doubles, il est aisé d'en imaginer une. Comme la chaleur a pour effet ordinaire de simplifier les combinaisons chimiques et de les réduire à leurs éléments ; comme, d'autre part, les spectres élémentaires cannelés s'observent aux plus basses températures et sont très-analogues à ceux des corps composés, on peut supposer qu'ils sont fournis par des agrégations d'atomes homogènes (1). Cette supposition paraîtra surtout naturelle aux chimistes pour qui depuis longtemps le chlore est du chlorure de chlore (Cl^2), le soufre, du sulfure de soufre (S^2), etc. Mais ces molécules sont elles-mêmes susceptibles d'être résolues en atomes : c'est à cette *allotropie des températures élevées* que semble dû le changement de spectre. — De fait, pour les métaux dont la molécule coïncide avec l'atome (Hg, Zn), il n'a pas été signalé de spectres cannelés (2). Cette théorie appelle évidemment des vérifications expérimentales ; mais, vraie ou fausse, elle n'est pas inutile, puisqu'elle fait travailler.

M. LE Dr BRAME

Professeur de chimie à l'École de médecine de Tours.

SUR LA CORRÉLATION DES FORCES PHYSIQUES

— Séance du 23 août 1875. —

(1) *Annales de Chim. et de Phys.*, t. XXVIII, page 58, 1873, Spectre du carbone. — Lockyer. *Proceedings of the Royal Society*, N° 153, 1874.

(2) Des expériences d'acoustique fort curieuses ont démontré récemment que le *travail intérieur*, fort sensible dans les gaz à molécules complexes (Az^2, O^2, etc.), est nul pour la vapeur de mercure (Hg), ces expériences prêtent un appui direct à notre théorie.

M. ARM. GAUTIER
Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris.

SUR LA RECHERCHE ET LE DOSAGE DE L'ARSENIC DANS LES DIVERS ORGANES

— Séance du 23 août 1875. —

On sait que les nombreuses méthodes proposées pour rechercher l'arsenic dans les organes des individus empoisonnés, tout en permettant de séparer et de reconnaître sûrement ce métalloïde, ne sont pas suffisantes pour l'extraire entièrement des tissus et pour le doser. En effet, presque tous les moyens qui servent à détruire la matière organique occasionnent des pertes d'arsenic, et suivant plusieurs auteurs, l'appareil de Marsh lui-même, dans les conditions les plus normales, ne permettrait pas de recueillir l'arsenic tout entier, une partie de ce métalloïde passant à l'état d'hydrure solide qui reste dans le flacon où l'hydrogène se dégage. Un travail fait dans mon laboratoire et sous ma direction, par M. Scolosuboff, médecin de l'hôpital populaire de Moscou, pour déterminer les causes de l'atrophie et de la paralysie musculaires arsénicales, et savoir dans quels tissus se localise le poison, m'a conduit à rechercher une méthode qui permît d'extraire entièrement l'arsenic des matières suspectes. La délicate question du dosage de ce métalloïde dans chaque tissu est aujourd'hui résolue par ces études, qui ont démontré aussi que l'arsenic se localise d'abord dans le cerveau et la moelle épinière, puis envahit le foie et les autres organes. Grâce à elles on peut suivre pas à pas la marche du poison, et, jusqu'à un certain point, déterminer l'époque où l'empoisonnement a commencé. Ces recherches me paraissent être appelées à trouver encore de nouvelles et utiles applications en toxicologie.

Je me propose, dans ce mémoire, d'exposer la nouvelle méthode que j'ai adoptée, et de donner les raisons qui m'ont fait repousser celles qui ont été suivies jusqu'à ce jour.

A. — EXPOSÉ DE LA MÉTHODE D'EXTRACTION TOTALE DE L'ARSENIC CONTENU DANS LES TISSUS INTOXIQUÉS.

La méthode que je propose pour rechercher et doser l'arsenic contenu dans les matières animales, diffère peu en apparence de celle qui a été déjà employée par Orfila en 1839 (1) et que M. Filhol modifia légè-

(1) Voir son *Traité de toxicologie* (Paris, 1852), t. I, p. 494.

rement mais très-heureusement, en 1848. Elle a toutefois ce grand avantage sur celle-ci, qu'elle évite les nombreuses causes de perte d'arsenic, que nous discuterons plus loin, et qu'elle permet ainsi d'extraire des tissus intoxiqués la totalité de l'arsenic qu'ils contiennent ou qu'on y introduit artificiellement.

Elle consiste à faire réagir successivement sur les matières suspectes : 1° l'acide nitrique, 2° l'acide sulfurique et enfin 3° l'acide nitrique. Voici comment je procède.

100 gr. de muscles, de foie ou de cerveau, sont coupés en morceaux et introduits, à l'état frais, dans une capsule de porcelaine de 500^{cm} cubes avec 33 gr. d'acide nitrique pur. Le tout est placé sur un feu modéré. La matière animale se liquéfie peu à peu, sans produire de mousse bien abondante. Lorsque le contenu de la capsule a pris une teinte jaune légèrement orangée, qu'il est devenu visqueux et tend à s'attacher aux parois et à se carboniser, on doit retirer la capsule du feu, sinon, dans presque tous les cas, une vive attaque aurait bientôt lieu, qui carboniserait le tout, quelquefois avec flamme, et serait la cause de pertes. Lorsque la liqueur s'est un peu refroidie, on ajoute 5 gr. d'acide sulfurique pur, et l'on chauffe de nouveau, en retirant du feu chaque fois que l'attaque devient trop vive. On procède ainsi jusqu'à ce que la matière devienne brun noirâtre et commence à se résoudre en grumeaux pâteux, qui tendent à s'attacher au fond du vase. On jette alors sur la masse brune, échauffée jusqu'au degré où l'acide sulfurique qui l'imprégne commence à émettre quelques vapeurs blanches, 10 à 12 gr. d'acide nitrique, que l'on fait tomber goutte à goutte. La matière se reliquéfie, d'abondantes vapeurs nitreuses se dégagent, et quand tout l'acide nitrique a été introduit, on chauffe jusqu'à ce que la masse *commence* à émettre un peu d'acide sulfureux ; on ajoute alors un peu d'acide nitrique nouveau, et on chauffe encore, *seulement pour le volatiliser* (140 à 160°.)

Cela fait, la matière charbonneuse est pulvérisée, ou reprise dans la capsule même, par de l'eau bouillante. En général, quand on a bien opéré, la liqueur filtrée est couleur madère, et ne contient pas de corps nitrés décelables par le sulfate ferreux sulfurique. On épuise le charbon par l'eau, on ajoute à la liqueur chaude quelques gouttes de bisulfite de soude, jusqu'à ce qu'elle ait l'odeur d'acide sulfureux, et l'on précipite l'arsenic par l'hydrogène sulfuré. Après que ce gaz est passé pendant 6 à 7 heures dans la liqueur chaude, on abandonne le tout 24 heures ; on recueille, le lendemain, le sulfure impur sur un filtre (1), on le lave à l'eau sulfhydrique, enfin on fait digérer à 35 ou 40° le

(1) La liqueur se trouble souvent encore après filtration, mais je me suis plusieurs fois assuré que la quantité d'arsenic qui se trouve dans ce nouveau dépôt est *absolument insignifiante*.

filtre chargé de soufre et de sulfure dans de l'ammoniaque tiède, mêlée de 10 à 15 fois son volume d'eau. On filtre cette liqueur, on lave la partie insoluble avec de l'eau ammoniacale, on évapore ; on reprend avec soin le résidu par de l'acide nitrique, d'abord ordinaire et pur, puis fumant, mélangé de quelques gouttes d'acide sulfurique ; on chauffe enfin jusqu'à ce que ce dernier commence à se volatiliser ; on laisse refroidir, on étend d'eau et l'on verse dans l'appareil de Marsh.

J'ai tenu à donner ces derniers détails relatifs à la redissolution du sulfure d'arsenic et à sa transformation en acide arsénique, non qu'ils soient propres à ma méthode, mais parce qu'ils sont souvent incomplétement ou incorrectement exposés par les auteurs.

Je reviens à l'attaque de la substance suspecte par l'acide nitrique. Sous cette influence la matière animale s'oxyde, d'abord lentement, grâce à la dilution de l'acide, puis plus vivement. Mais durant cette première phase, les chlorures contenus dans les matières organiques donnent, en grande partie du moins, en présence de l'excès d'acide nitrique, de l'eau régale extrêmement pauvre en acide chlorhydrique, et tout le chlore est chassé sous forme de produits volatils sans qu'une trace de chlorure d'arsenic puisse se former en présence du grand excès d'acide nitrique. Je m'en suis assuré directement : 0 gr. 005 d'acide arsénieux ont été dissous dans 30 gr. d'acide nitrique étendu de leur poids d'eau. La liqueur, additionnée de 0 gr. 005 de chlorure de sodium, a été évaporée à sec, le produit repris par l'acide nitrique fumant, puis par l'acide sulfurique, chauffé jusqu'à émettre des vapeurs, a été introduit dans l'appareil de Marsh. L'anneau arsénical a pesé 0 gr. 00367 au lieu de 0 gr. 00378, qui est le nombre théorique (1).

Lorsque dans la 2e phase de la destruction de la matière organique par la méthode que je propose, on ajoute de l'acide sulfurique au résidu visqueux et encore riche en acide nitrique, c'est en réalité par de l'acide nitrique fumant, avec excès d'acide sulfurique, que les matières animales sont détruites ; aussi l'oxydation devient-elle très-puissante, et plus tard la carbonisation partielle la complète sans qu'il y ait jamais de déflagration ou d'oxydation très-vive, comme l'avait déjà remarqué M. Filhol. Dans ces conditions et en l'absence des chlorures, qui ont été entièrement volatilisés, aucune trace d'arsenic ne peut être perdue.

Enfin, pour éviter la réduction de l'acide sulfurique par les matières charbonneuses, et pour assurer la destruction plus complète de la ma-

(1) M. Béchamp remarque du reste dans son mémoire, dont nous parlerons plus loin (*Montpellier médical*, t. 6, p. 131), que quand on dissout la matière suspecte dans de l'eau régale à 2 d'acide nitrique pour 3 d'acide chlorhydrique, on ne retrouve pas en général d'arsenic dans les 3 premiers cinquièmes du produit distillé.

tière organique arsénicale, on ajoute dans la 3e phase, de l'acide nitrique goutte à goutte, qui permet de détruire plus parfaitement encore les substances animales, sans que l'acide sulfurique chaud puisse être réduit. D'ailleurs le sulfure d'arsenic, difficile à se former en présence des corps nitrés qui restent dans le charbon, est en dernier lieu redissous par l'acide nitrique ajouté et porté à 140°.

Après que par des traitements à l'eau bouillante on a retiré du résidu charbonneux resté dans la capsule l'acide arsénique qu'il contient, le charbon épuisé parfaitement à l'eau, après pulvérisation, ne contient plus d'arsenic. Je m'en suis assuré de deux façons. 1° J'ai traité le charbon d'une expérience m'ayant donné un anneau arsénical pesant 0 gr. 00475 par la méthode de Devergie (Calcination avec le nitrate de chaux en excès, etc.), et je n'ai obtenu, à l'appareil de Marsh, qu'une trace à peine sensible d'arsenic, et certainement, si j'en juge par comparaison avec des anneaux pesés, très-inférieure en poids à $\frac{1}{4}$ de dimilligramme.

2° J'ai dosé l'arsenic retiré de 100 gr. de muscle de bœuf auxquels j'avais ajouté 0 gr. 005 d'acide arsénieux. L'anneau arsénical retiré des eaux-mères du charbon lavé a pesé 0 gr. 00365 au lieu de 0 gr. 00378 que demande la théorie. Une trace à peine d'arsenic avait donc été perdue ou pouvait rester peut-être dans le charbon lavé.

Cette méthode n'est, comme je le disais plus haut, qu'une modification de celle qu'Orfila proposait, en 1839, et qui consistait à détruire les matières organiques par l'acide nitrique pur, ou en présence d'une très-faible quantité d'acide sulfurique, (15 gouttes pour 100 gr. d'acide nitrique) ; ou plutôt c'est l'association des deux procédés d'Orfila et de Flandin et Danger (1) dans des conditions telles qu'on tourne pour ainsi dire toutes les causes d'erreur et qu'on retrouve la totalité de l'arsenic. En effet, tandis que, d'après Danger et Flandin, l'attaque des matières suspectes par l'acide nitrique seul ferait disparaître les $\frac{8}{10}$ de l'arsenic total, et, d'après Malagutti et Sarzeau, les $\frac{2}{5}$ seulement, dans les dosages que j'ai faits pour m'assurer de la valeur de la méthode que je propose, j'ai retrouvé, comme on va le voir, la totalité du métalloïde.

Il me sera facile de montrer d'abord que cette manière de procéder me permet de retrouver des quantités extrêmement petites d'arsenic. Un bouledogue de 12 kilos ayant reçu pendant 29 jours avec ses aliments des doses régulièrement croissantes d'acide arsénieux depuis

(1) Lassaigne avait proposé de traiter les matières animales d'où l'on veut extraire l'arsenic d'abord par de l'acide sulfurique, puis par de l'acide nitrique. En agissant ainsi, en sens inverse de ce que je fais, on voit qu'on doit volatiliser dans la première phase une partie de l'arsenic à l'état de chlorure.

0 gr. 01 jusqu'à 0 gr. 10 dans les 24 heures, fut laissé deux jours au repos puis sacrifié, on prit alors 20 grammes de son cerveau, l'arsenic y fut cherché par la méthode précédente. On obtint par l'appareil de Marsh un très-bel anneau de ce métalloïde pesant 0 gr. 00171. La même quantité de cerveau traitée par la méthode de Malagutti et Sarzeau, modifié par Béchamp (voir plus loin), donna un anneau bien visible, mais indosable.

Un lapin de 2000 gr. fut nourri quinze jours avec ses aliments habituels, auxquels on ajouta des doses quotidiennes d'acide arsénieux (à l'état d'arsénite sodique), régulièrement croissantes de 0 gr. 005 à 0 gr. 050. Il mourut le seizième jour. On prit 2 gr. 1 de sa moelle, qui, traités par la méthode précédente, donnèrent un bel anneau miroitant d'arsenic, opaque sur plus d'un centimètre.

La totalité de l'arsenic pouvant exister dans les matières suspectes peut, disais-je, en suivant la méthode précédente, être extraite et dosée.

A 100 gr. de muscles frais, bien hachés, j'ai ajouté 10 c. cubes d'une solution titrée d'arsénite de soude, contenant 0 gr. 005 d'acide arsénieux.

Le tout a été bien mélangé dans une capsule et desséché 2 heures au bain-marie. J'ai repris ensuite par la méthode ci-dessus décrite, et obtenu au moyen de l'appareil de Marsh un anneau arsénical qui pesait 0 gr. 00372, au lieu de 0 gr. 003788 que demande la théorie (1).

100 gr. de sang de bœuf ont reçu 0 gr. 0025 d'acide arsénieux titré. On a évaporé à sec et traité comme ci-dessus. L'anneau obtenu a pesé 0 gr. 00178, au lieu de 0 gr. 00188, poids théorique.

On voit donc que la méthode que nous proposons permet d'isoler tout l'arsenic ; de plus elle est rapide et commode (2). Elle exclut l'usage de l'acide chlorhydrique, si souvent arsénical, et n'emploie que de *faibles* quantités d'acides sulfurique et nitrique faciles à obtenir purs. Elle doit donc être préférée à toutes celles qui ont été proposées jusqu'à ce jour. Je pense toutefois qu'il ne sera pas inutile, pour mieux établir encore cette proposition, d'exposer en quelques mots seulement, parmi les méthodes de recherche de l'arsenic, celles qui présentent le plus de garanties et sont le plus souvent appliquées, en indiquant sommairement leurs causes d'erreur, et donnant les raisons théoriques ou les observations personnelles qui me les ont fait successivement rejeter.

(1) On verra plus loin comment on doit procéder pour obtenir à l'état d'anneau tout l'arsenic de l'acide arsénique versé dans l'appareil de Marsh.

(2) On peut, au besoin, après avoir repris le résidu par l'eau bouillante et avoir évaporé cette solution, calciner le résidu avec un peu de nitre dans la capsule même, reprendre par de l'acide sulfurique, chasser les vapeurs nitreuses, étendre d'eau et verser dans l'appareil de Marsh. Une opération ainsi conduite peut se terminer entièrement en trois heures.

B. — Critique sommaire des méthodes usuelles appliquées a la recherche toxicologique de l'arsenic.

Dans cet exposé critique, je ne dirai qu'un mot des méthodes les plus importantes et les plus usitées, n'ayant ici pour but que d'appeler l'attention sur les causes d'erreur qu'elles comportent.

1° *Méthode de Woehler et Siebold.* — On sait qu'elle consiste à détruire partiellement les matières suspectes par de l'acide nitrique, à saturer ensuite par la potasse, évaporer, mélanger de nitre, dessécher et projeter le tout par parties dans un creuset chauffé au rouge. On décompose ensuite la masse saline par l'acide sulfurique, etc.

Ce procédé de destruction de la matière organique doit être entièrement abandonné. Les chlorures que peut contenir le nitre employé et ceux de la matière organique occasionnent une volatilisation notable de chlorure d'arsenic. La vive déflagration, le départ de la vapeur d'eau et le temps appréciable nécessaire à chaque addition du mélange pour brûler entièrement le charbon et les autres matériaux combustibles (qui, malgré l'excès de nitre, n'en réduisent pas moins une partie des composés oxygénés de l'arsenic) sont autant de causes de perte de ce métalloïde. Aussi, d'après les expériences de MM. Malagutti et Sarzeau (1), ce procédé est de tous celui qui donne les plus mauvais résultats.

2° *Méthode de Danger et Flandin.* — Ces auteurs carbonisent, dans un appareil distillatoire, la matière organique avec $^1/_5$ de son poids d'acide sulfurique concentré. Ils reprennent ensuite le résidu par un peu d'acide nitrique, puis par de l'eau bouillante; ils réunissent la liqueur à la partie distillée, évaporent le tout, chauffent pour chasser les vapeurs nitreuses et versent dans l'appareil de Marsh.

La carbonisation en vase clos, nécessaire pour obvier à la perte du chlorure d'arsenic, constitue une opération que les boursouflements de la matière rendent très-difficile à conduire. De plus, il paraît se former toujours, dans cette opération, par suite de la réduction totale d'une partie de l'acide sulfurique, une petite quantité de sulfure d'arsenic intimement mélangé à la matière organique et que ne dissout ensuite qu'incomplétement l'acide nitrique; enfin la matière animale très-imparfaitement détruite, retient obstinément l'arsenic. Ces causes d'erreur entraînent une perte d'arsenic que les auteurs eux-mêmes éva-

(1) *Journ. de Pharm. et de Chim.*, t. XXIII, p. 27 et 296. Voir plus loin les résultats comparatifs.

luent au $\frac{1}{10}$ de la quantité totale, et qui serait, d'après Malagutti et Sarzeau, des $\frac{2}{3}$ quand on opère à l'air, et de $\frac{1}{2}$ quand on fait l'attaque en vases clos.

3° *Méthode d'Orfila, modifiée par Filhol.* — Orfila proposait, dès 1839, de carboniser entièrement la matière organique avec environ trois fois son poids d'acide nitrique (1). Quoi qu'en dise son auteur, cette méthode, que j'ai souvent appliquée, présente le grave inconvénient de la décomposition subite vers la fin de l'attaque, avec carbonisation et quelquefois inflammation, des produits nitrés qui se forment. Filhol (2) a remédié à cet inconvénient en additionnant l'acide nitrique employé de quelques gouttes (15 à 20 gouttes pour 100 gr.) d'acide sulfurique, qui empêche toute déflagration. Le procédé de Filhol ne détruit que très-imparfaitement la matière organique. Si l'on chauffe jusqu'à la carbonisation complète, l'acide nitrique est entièrement chassé, et le charbon peut réduire une certaine proportion de l'acide arsénique ; il peut se former de l'acide arsénieux, que les vapeurs entraînent, et même du sulfure d'arsenic. Quoi qu'il en soit, ce procédé, qui se rapproche le plus de celui que je propose, n'en reste pas moins, comme je m'en suis assuré, commode et très-suffisant, quand il ne s'agit pas de recueillir et de doser l'arsenic total.

4° *Méthode de MM. Malagutti et Sarzeau* (3). *Modifications de M. Béchamp.* — Ces auteurs traitent les matières suspectes par leur poids d'eau régale ; ils distillent presque à sec, en recevant les vapeurs dans de l'eau, rincent la cornue, mélangent les liqueurs et redistillent ensuite le tout. L'arsenic passe ainsi tout entier, disent-ils, à l'état de chlorure d'arsenic, que l'on sépare du *distillatum* par un courant d'hydrogène sulfuré.

Ayant reconnu que cette méthode donnait lieu à des pertes sensibles, M. Béchamp l'a modifiée comme il suit. La matière suspecte est chauffée avec les $\frac{2}{3}$ de son poids d'une eau régale formée de deux parties d'acide nitrique et trois parties d'acide chlorhydrique. On distille, on épuise à l'eau le résidu, l'on joint la partie distillée à ces eaux de lavage, et l'on verse le tout dans une cornue avec 50 gr. de sel fondu. Après avoir redistillé les $\frac{3}{5}$; on ajoute dans la cornue 40 à 50 gr. d'acide chlorhydrique, et peu à peu par le tube de sûreté, 70 à 80 gr. d'acide sulfurique. On entraîne ainsi l'arsenic dans le distillatum à l'état de chlorure, on le précipite de la liqueur par l'hydrogène sulfuré, etc.

(1) Voir son *Traité de toxicologie* (Paris, 1852), t. I, p. 494.
(2) Thèses de la Faculté des sciences de Paris, 1848.
(3) Loc. cit. — *Montpellier médical*, t. 6, p. 126 (1861).

J'ai souvent employé ce procédé de recherche de l'arsenic, et je l'ai comparé à celui que j'ai définitivement adopté. Il présente de graves inconvénients, il est long et pénible à appliquer, et dans aucun cas on ne peut arriver à obtenir la quantité d'arsenic totale introduite. Les causes de pertes de ce procédé sont diverses :

1° Lorsque dans la première phase de l'opération on traite les matières suspectes par de l'eau régale, surtout quand on suit la formule de M. Béchamp, l'arsenic ne passe pas seulement à l'état de chlorure, mais bien à l'état d'acide arsénique. On reprend, il est vrai, par l'eau le résidu et l'on redistille les liqueurs, mais la matière animale huileuse qui reste dans la cornue contient encore de l'arsenic, retenu, malgré les lavages prolongés, par les corps que l'eau régale n'a pas détruits. Dans une opération, ayant mêlé entièrement 0 gr. 006 d'acide arsénieux à 100 gr. de foie, évaporé le tout à sec et repris par la méthode de M. Béchamp, j'ai, du résidu lavé de la cornue, repris par la méthode que je décrirai plus loin, obtenu par l'appareil de Marsh, un anneau arsénical notable, bien miroitant, peu transparent, et de 1 centimètre de long.

2° Dans la seconde phase, lorsqu'on redistille toutes les liqueurs, et que même l'on produit à la fin de l'opération de l'acide chlorhydrique, grâce au sel marin et à l'acide sulfurique ajoutés, une partie notable de l'acide arsénique due à l'action primitive de l'eau régale ne passe pas à l'état de chlorure et reste dans la cornue, comme je m'en suis assuré directement. J'ai fait aussi l'expérience suivante : 0 gr. 005 d'acide arsénieux pur ont été dissous dans 150 gr. d'une eau régale, formée de 1 vol. d'acide nitrique pour 3 vol. d'acide chlorhydrique. Le tout a été mis à bouillir et dessécher ; au résidu j'ai ajouté 40 gr. d'acide chlorhydrique fumant et de nouveau évaporé. La poudre blanche tapissant le fond du vase a été reprise alors par de l'eau légèrement ammoniacale tiède, et la solution a fourni avec le sel ammoniac et le sulfate de magnésie un précipité d'arséniate ammonio-magnésien que l'on a séché et dosé : il pesait 0 gr. 0090, ce qui correspond, transformé par le calcul en acide arsénieux, à 0 gr. 004689 au lieu de 0 gr. 005 qui avaient été pris. C'est donc à peine si 0 gr. 0003 d'acide arsénieux avaient été volatilisés à l'état de chlorure d'arsenic dans ces conditions, en apparence éminemment propres à le produire. On s'explique donc ainsi que la méthode de Malagutti et Sarzeau, même heureusement modifiée par M. Béchamp, soit encore bien imparfaite (1).

(1) Je donne ce résultat d'une expérience que j'ai faite avec grand soin, sans que je puisse m'expliquer comment des doses plus notables de chlorure d'arsenic se volatilisent quand on suit la méthode de MM. Malagutti et Sarzeau ou celle de M. Béchamp. Du reste, Dupasquier (*Compt. rend.*, t. 20, p. 794), a lui aussi, observé que l'acide chlorhydrique, aidé de la chaleur, ne parvient pas à priver l'acide sulfurique d'arsenic, ce qui semble bien montrer que le chlorure d'arsenic ne tend pas à se former dans ces conditions.

En comparant la valeur des divers procédés proposés avant eux, MM. Malagutti et Sarzeau sont arrivés aux résultats suivants : 200 gr. de foie ayant été mêlés de 0 gr. 020 d'acide arsénieux, l'anneau arsénical théorique aurait dû peser 0 gr. 01515. Ils ont trouvé :

	Poids de l'anneau	Pertes.
Par la méthode du nitre et déflagration.....	0 gr. 0060	$\frac{3}{5}$
Par la destruction au moyen de l'acide azotique.	0 00860	$\frac{2}{5}$
Par carbonisation avec l'acide sulfurique.....	0 00775	$\frac{1}{2}$
Par l'eau régale (procédé des auteurs).....	0 01050	$\frac{1}{3}$

Le tiers du poids de l'arsenic a donc été perdu par la méthode que nous discutons ici, et qui, d'après ses propres auteurs, est supérieure à toutes les autres.

Quant à celle de M. Béchamp, elle est évidemment moins imparfaite que celle de MM. Malagutti et Sarzeau, mais l'auteur n'a malheureusement pas donné de dosages. Dans le long travail de comparaison que j'ai fait de ces différentes méthodes, j'ai pu m'assurer de la longueur et des difficultés de celle de M. Béchamp surtout quand les substances que l'on examine sont riches en corps gras, et dans tous les cas, mais plus particulièrement dans celui-ci, de la perte certaine d'une quantité très-appréciable d'arsenic. J'ai dit plus haut les expériences directes que j'avais faites pour m'en rendre compte. Mais j'ai fait aussi des expériences comparatives de recherche d'arsenic dans les organes des animaux empoisonnés.

100 grammes du foie d'un chien de taille moyenne, qui prenait depuis un mois avec ses aliments des doses d'acide arsénieux, qui ont successivement augmenté de 0 gr. 004 à 0 gr. 080, ont été traités par les deux méthodes. Avec 100 gr. de muscles du même animal traités comparativement, on a obtenu :

Méthode de M. Béchamp.....	*Anneau indosable.*
Par ma méthode.....	0 gr. 00027

Avec 100 gr. de foie frais les anneaux arsenicaux ont pesé :

Par la méthode de Béchamp.	0 gr. 0020
Par ma méthode...	0 0053

5° *Méthode de Frésenius et Von Babo* (1). — Cette méthode, indiquée déjà par Millon et par Duflos, est recommandée par Frésenius

(1) *Annal. der Chem. und Pharm.*, t. 49, p. 308, et dans Frésenius, *Traité d'analyse chimique qualitative* (Paris, 1871), p. 377.

comme ayant toujours *donné les meilleurs résultats*. Elle présente, en effet, cet avantage de s'appliquer à la recherche de la plupart des poisons métalliques. Elle consiste à détruire la matière organique par un mélange d'acide chlorhydrique et de chlorate de potasse qu'on y projette par petites quantités.

De quelque façon que l'on opère, en suivant ce procédé, les matières grasses, le ligneux, les tissus cellulaires, élastiques, etc., ne sont que très-imparfaitement attaqués. La masse de corps gras qui reste ne peut être qu'incomplétement lavée, et retient toujours une faible quantité d'arsenic, comme je m'en suis assuré en reprenant ce résidu par mon procédé, avec la précaution, dans la seconde phase de la destruction de la matière, d'ajouter en présence de l'acide sulfurique chaud, et goutte à goutte, une proportion d'acide nitrique double au moins de celle qui sert à faire mes attaques ordinaires.

On fera remarquer enfin que la quantité d'acide chlorhydrique assez notable, que l'on est obligé souvent d'employer, expose l'expert à retrouver par l'appareil de Marsh les traces successives d'arsenic que cet acide pouvait contenir (1).

Le procédé de Frésenius et Babo, excellent en principe, surtout pour rechercher les métaux toxiques en général, ne présente donc pas toutes les garanties désirables quand il s'agit de l'arsenic.

C. — CONDUITE DE L'APPAREIL DE MARSH; SON APPLICATION AU DOSAGE DE L'ARSENIC CONTENU DANS LES MATIÈRES ORGANIQUES.

Les diverses méthodes qui permettent de doser aujourd'hui l'arsenic (à l'état d'arséniate ammonio-magnésien ; par la réduction du chlorure d'or ; à l'état d'arséniate de fer basique ; par les sels d'urane ; par les liqueurs titrées, etc.), ne s'appliquent pas, ou que très-imparfaitement, lorsqu'il s'agit de doser les petites quantités d'arsenic qui se trouvent dans les organes des animaux. La destruction de la matière organique n'est jamais complète en effet (2). D'un autre côté, la plupart des auteurs paraissent ne pas avoir réussi à doser l'arsenic à l'état métalloïdique au moyen de l'appareil de Marsh, et Dragendorff dit pertinemment dans sa *Toxicologie* (3) n'avoir jamais réussi à dégager, sous forme d'hy-

(1) Je puis ajouter ici qu'il ne suffit pas de faire passer dans l'acide chlorhydrique arsénical étendu de son volume d'eau un courant d'hydrogène sulfuré pour le priver entièrement d'arsenic. Après avoir chassé le gaz sulfhydrique, on trouve encore des traces d'arsenic dans la liqueur.

(2) On peut, il est vrai, après avoir séparé le sulfure d'arsenic impur, le calciner avec du nitre, pour le transformer en arséniate et détruire entièrement alors la matière organique; mais je reproche à cette manière d'opérer ce que j'ai déjà dit à propos de la méthode de Woehler. Les matières animales peuvent réduire par points les composés oxygénés de l'arsenic.

(3) Voir édition française, Paris, 1873, p. 60. *Note.*

drogène arsénié AsH^3, tout l'arsenic versé dans cet appareil, même en continuant le dégagement d'hydrogène durant une journée entière (1). Beaucoup de chimistes admettent qu'en présence de l'hydrogène naissant il se forme un hydrogène arsénié solide, non décomposable, ou de l'arsenic métalloïdique, qui reste dans le flacon de Woolf. Mes expériences sont absolument contraires à cette théorie, car je suis pour ma part parvenu à obtenir des anneaux d'arsenic correspondant à moins de $\frac{1}{10}$ de milligramme près au poids de celui qui était contenu dans le composé arsénical soluble versé dans le flacon.

Je n'ai pas à décrire ici l'appareil de Marsh lui-même, tel qu'on l'emploie aujourd'hui ; je dirai seulement que je me sers d'un flacon à deux tubulures de 180 à 200 centimètres cubes de capacité, plongeant dans une terrine d'eau froide et dans lequel je place 25 grammes de zinc pur ; l'hydrogène qui se dégagera, grâce à l'acide sulfurique dilué (et non chlorhydrique, comme on fait quelquefois), est privé de gouttelettes d'eau à travers du coton, et passe ensuite dans un tube de verre vert de 2 millimètres de diamètre entouré de clinquant sur une largeur de 25 centimètres et chauffé dans cette partie par des charbons portés au rouge.

L'acide sulfurique que j'emploie au début est de l'acide pur (2) SO^4H^2 dilué de cinq fois son poids d'eau. Je l'appellerai *acide dilué normal*. Lorsque, grâce au dégagement d'hydrogène, tout l'air est chassé de l'appareil, je dissous la liqueur arsénicale dans 45 gr. d'acide dilué normal, auxquels j'ajoute 5 gr. d'acide sulfurique pur ; je verse cette liqueur refroidie par petites portions dans l'appareil, de façon à n'avoir jamais trace de taches arsénicales sur une soucoupe de porcelaine (3). Cela fait, j'ajoute à 25 gr. *d'acide dilué normal* 5 gr. d'acide sulfurique pur nouveau, je les verse encore après refroidissement et peu à peu dans le flacon ; enfin, je mêle à 25 gr. du même acide dilué 12 gr. d'acide sulfurique que je jette encore dans l'appareil de Marsh en ayant soin de n'avoir jamais à l'extrémité qu'une petite flamme de $1^{m}/^{m}$ à $2^{m}/^{m}$ au plus toujours exempte d'arsenic. Je me suis assuré qu'en opérant ainsi on dilue le moins possible la liqueur du flacon et l'on parvient à en extraire tout l'arsenic dans l'espace de 2 h. 1/2 à 3 heures (4).

(1) Il fait cependant allusion, pour le contester, à un travail de Taylor (*Pharm. Zch. f. Russll*, 10e année, p. 129) qui paraît avoir réussi.

(2) S'il contenait une trace d'acide sulfureux, ou de composés nitrés, il faudrait, comme l'indique Jacquelain, y faire passer quelques bulles de chlore et le porter ensuite jusqu'à la température de son ébullition.

(3) Il faut environ une heure pour verser 0 gr. 005 d'acide arsénieux ainsi dilué, ce qui représente une quantité d'arsenic supérieure à celle qu'on retire en général des matières suspectes.

(4) Je me suis assuré qu'en agissant comme je dis, il ne se forme pas d'hydrogène sulfuré ni de sulfure d'arsenic ; la liqueur du flacon ne s'échauffe pas, et j'obtiens intégralement l'arsenic tout entier.

Toutefois, quand la liqueur très-étendue ne contient plus que des traces du métalloïde, celles-ci ne se dégagent qu'avec une grande lenteur, ce qui doit faire exclure l'usage de l'acide sulfurique étendu de dix fois son volume d'eau, comme l'indique M. Béchamp, ou de huit fois, comme le veut Draggendorff.

Beaucoup de toxicologistes, pour obvier au difficile dégagement d'hydrogène que donne l'acide sulfurique étendu en agissant sur le zinc pur, versent au début dans l'appareil quelques gouttes de sulfate de cuivre non arsénical. Cette pratique doit être, d'après mes expériences, absolument rejetée. Elle occasionne toujours, quelque soin que l'on prenne ensuite, et *quelque temps que marche l'appareil,* une perte s'élevant au quart et quelquefois au tiers de l'arsenic total, qu'il soit d'ailleurs à l'état d'acide arsénieux ou à celui d'acide arsénique. Voici le résultat de mes expériences à cet égard :

Quantité d'arsenic versée dans l'appareil.	Poids de l'anneau obtenu.	Poids de l'anneau théorique.
1° — 0 gr. 005 de As^2O^3 avec 3 gouttes de sulfate de cuivre à 10°.....	0 gr. 00296	0 gr. 003788
2° — 0 gr. 010 de As^2O^3 avec quelques gouttes de sulfate de cuivre à 10°.....	0 gr. 0048	0 gr. 007576
3° — 0 gr. 005 de As^2O^3 avec 45 gouttes de sulfate de cuivre à 10°.....	0 gr. 00277	0 gr. 003788
4° — 0 gr. 005 de As^2O^3 *transformé auparavant en acide arsénique* et 3 gouttes de sulfate de cuivre.....	0 gr. 0023	0 gr. 003788

Ainsi, que l'arsenic soit versé dans l'appareil à l'état d'acide arsénieux ou d'acide arsénique, que l'on y verse un peu plus ou un peu moins de sulfate de cuivre, le résultat de l'expérience est toujours le même : une perte notable d'arsenic. Dans plusieurs des expériences dont je ne donne ici que les résultats, j'ai fait marcher l'appareil 8 heures successivement sans recueillir la quantité d'arsenic théorique (1).

Si au contraire on remplace le sulfate de cuivre par un peu de chlorure de platine, comme l'indique d'ailleurs Frésenius, et si l'on suit les préceptes que j'ai donnés plus haut pour la marche de l'opération, on recueillera intégralement la totalité de l'arsenic, *qu'il soit à l'état*

(1) Vers la fin de l'expérience, et en présence du cuivre, l'hydrogène arsénié ne se dégage qu'avec une excessive lenteur. On pourrait expliquer peut-être ce phénomène en admettant qu'il se forme d'abord l'arséniure de cuivre de Reinsch, Cu^5As^2, qui se décompose ensuite lentement; mais s'il en est ainsi, il est remarquable, d'après mes observations, que si l'on augmente très-sensiblement la quantité de sulfate de cuivre ajouté (voir 3°), on n'augmente pas la quantité d'arsenic, qui reste latent dans l'appareil.

d'acide arsénieux ou qu'il ait été transformé en acide arsénique, pourvu que l'on conduise lentement mais d'une façon régulière et continue à dégager de l'hydrogène durant 3 heures. On peut ajouter qu'avec une solution de 0 gr. 005 de $As^2 O^3$, quantité en général supérieure à celle qu'on recueille dans les expertises légales, au bout de la 2e heure, l'arsenic qui reste encore dans le flacon de Marsh représente moins du demi-centième de la quantité totale. Voici les résultats que j'ai obtenus :

Quantités d'arsenic versées dans l'appareil de Marsh.	Poids de l'anneau obtenu.	Poids théorique de l'anneau.
0 gr. 005 de $As^2 O^3$ avec 5 gouttes de $Pt Cl^4$.....	0 gr. 00377	0 gr. 003788
0 gr. 005 de $As^2 O^3$ avec 2 gouttes de $Pt Cl^4$.....	0 gr. 00367	0 gr. 003788
0 gr. 005 de $As^2 O^3$ *transformé d'abord en acide arsénique* avec 4 gouttes de $Pt Cl^4$.....	0 gr. 00375	0 gr. 003788

En présence de ces résultats, je puis donc affirmer nettement, contre l'opinion de Dragendorff plus haut citée, qu'il ne reste pas trace d'hydrogène arsénié solide dans l'appareil de Marsh et que l'arsenic peut être entièrement séparé des matières organiques, passer dans l'anneau et être dosé à l'état métalloïdique (1).

Je dois ajouter que, quand on emploie, comme l'indique encore Dragendorff, de l'acide sulfurique dilué de 8 fois son poids d'eau, on étend outre mesure la liqueur arsénicale, l'on s'expose à laisser une bonne partie de l'arsenic dans l'appareil et l'on s'astreint à faire durer l'opération d'une manière indéfinie. On devra bien se garder surtout de suivre, dans ces cas, le conseil du même auteur (2), qui veut que, lorsque le flacon de l'appareil de Marsh, grâce à l'addition d'un acide trop dilué, se trouve rempli de liquide, l'on jette le contenu pour recommencer comme si l'on débutait. Agir ainsi, c'est jeter, en partie du moins, le corps du délit ; car, ainsi que je l'ai dit plus haut, dans ces solutions extrêmement diluées, l'acide arsénique ou arsénieux n'est réduit qu'avec une extrême lenteur à l'état d'hydrogène arséniqué $As H^3$.

Comme je l'ai démontré plus haut, il est important, si l'on veut recueillir et doser l'arsenic tout entier, de ne pas verser de sels de cuivre dans l'appareil de Marsh. Agir différemment c'est s'exposer à un grave

(1) Quelques auteurs recommandent de bien chasser tout l'air de l'appareil de Marsh pour ne pas s'exposer à oxyder une partie de l'arsenic, qui pourrait ainsi disparaître. Je pense que cette oxydation n'est pas à craindre en présence d'un grand excès d'hydrogène.

(2) *Toxicologie* (Paris, 1873), p. 64. Traduction française.

danger dans les recherches légales. J'ai remarqué, en effet, que non-seulement l'arsenic de l'anneau diminue sous cette influence, mais aussi que dans les liqueurs très-étendues, le temps que met l'anneau à se former et apparaître est très-notablement accru. Il peut donc se faire, en présence du sulfate de cuivre, que les traces d'arsenic qui se trouvent dans le zinc et l'acide sulfurique employés ne donnent point d'anneau au bout d'une demi-heure d'essai à blanc des réactifs, et que l'expert, se croyant suffisamment renseigné par cette épreuve, verse alors les matières suspectes dans l'appareil. Grâce à la lente formation de l'anneau arsénical en présence du sulfate cuivrique, on pourrait attribuer aux matières versées en dernier lieu dans l'appareil la formation de l'anneau ayant en réalité les réactifs pour origine, mais que la présence du cuivre avait rendu très-lent à apparaître.

D. — DOIT-ON, DANS LES RECHERCHES MÉDICO-LÉGALES, REMPLACER L'APPAREIL DE MARSH PAR LA MÉTHODE DE FRÉSENIUS ET L. VON BABO (1)?

Cette méthode consiste à réduire l'arsenic de ses sulfures ou de ses combinaisons oxydées, avec 12 fois son poids d'un mélange bien sec de 3 parties de carbonate de soude et 1 partie de cyanure de potassium que l'on chauffe au sein d'un courant très-lent d'acide carbonique. Frésenius dit (*loc. cit.*) : « Cette méthode se recommande tout parti-» culièrement à cause de sa simplicité, de l'exactitude de ses résultats, » de la netteté des opérations, et parce qu'elle peut s'appliquer, même » quand il n'y a que de très-petites quantités d'arsenic. — La sensibi-» lité du procédé de réduction est extraordinairement augmentée » si l'on chauffe le mélange dans un courant d'acide carbonique sec. »

Quelle que soit en analyse l'autorité de M. Frésenius, je pense que l'on ne doit pas recourir à ce procédé pour retrouver dans les expertises légales de faibles quantités d'arsenic. En voici les raisons :

1° Quelque soin que l'on mette à priver au préalable d'eau le mélange du composé arsénical avec des corps aussi hygroscopiques que le carbonate de soude et le cyanure de potassium secs, ils restent imprégnés d'humidité, et il est nécessaire, pour les dessécher dans le courant d'acide carbonique, de les chauffer assez fortement, ce qui fait toujours perdre, au commencement de l'opération, une certaine proportion de composés arsénicaux qui communiquent aux vapeurs qui s'échappent de l'appareil leur odeur alliacée.

2° Quand on réduit le sulfure d'arsenic, une partie se transforme, comme on le constate dans cette opération, en sulfo-arsénite de sulfure

(1) Voir, pour les détails de cette méthode, Frésenius, *Traité d'analyse qualitative*, 4e édition française, p. 188.

de sodium, surtout s'il y a un peu de soufre en excès, ce qui est presque toujours le cas. L'arsenic ainsi fixé ne se volatilise plus.

3° Les traces d'air que l'on peut laisser dans l'appareil où l'on dégage l'acide carbonique, transforment au rouge une partie de l'arsenic en acide arsénieux, qui devient invisible.

4° Le tube de verre où se fait la réduction doit être fortement chauffé, et s'attaque ou se perce souvent, grâce au mélange alcalin.

5° Les matières organiques qui, dans la plupart des cas, accompagnent en très-minime quantité le sulfure d'arsenic obtenu dans les expertises légales, se détruisent et peuvent donner des produits goudronneux qui jettent de l'incertitude sur la nature de l'anneau, surtout si celui-ci est très-minime.

6° Si l'on prend toutes les précautions nécessaires pour éviter certaines des causes d'erreurs précédentes, la marche de l'opération est plus pénible et demande un temps plus long que la recherche de l'arsenic par la méthode de Marsh.

J'ai fait moi-même les deux expériences suivantes : 100 gr. de foie de mouton ont été additionnés de 0 gr. 010 d'acide arsénieux en solution titrée, et traités par ma méthode de destruction des matières organiques. La liqueur de lavage contenant tout l'arsenic a été séparée en deux volumes égaux. L'un et l'autre ont été traités par l'hydrogène sulfuré. Les précipités de sulfure ont été lavés, repris par l'ammoniaque au 10e, transformés en acide arsénique, et celui-ci a été réduit dans un cas par la méthode Frésenius et Babo, dans l'autre par le procédé de Marsh. J'ai obtenu :

	Poids de l'anneau.
Par la méthode de Frésenius et Von Babo.....	0,0029
Par la méthode de Marsh.....	0,00365

Le poids théorique étant 0 gr. 00378, on voit que j'ai perdu dans la première méthode plus du quart de l'arsenic cherché.

En second lieu, j'ai pris 0 gr. 005 d'acide arsénieux en solution titrée, je l'ai acidulé, étendu d'un peu d'hydrogène sulfuré, transformé entièrement en sulfure par un courant de ce gaz ; le tout a été évaporé, séché, recueilli et broyé avec le mélange réducteur ci-dessus, introduit dans l'appareil à acide carbonique bien purgé d'air et réduit en chauffant fortement au rouge, j'ai obtenu un anneau d'arsenic qui pesait 0 gr. 0022, au lieu de 0 gr. 00377 que demandait la théorie.

Je pense donc qu'on ne saurait abandonner la méthode de Marsh, non-seulement parce qu'elle est encore aujourd'hui la seule qui donne des résultats entièrement sûrs quand il s'agit des cas compliqués de l'analyse médico-légale, mais aussi parce que, comme je pense l'avoir démontré dans ce mémoire, seule elle permet de séparer tout l'arsenic des matières animales, et même de le doser.

M. WILLM

Chef des travaux chimiques à la Faculté de médecine,

ET

M. Ch. GIRARD

RECHERCHES SUR LA PRODUCTION ET LA CONSTITUTION DU BLEU DE DIPHÉNYLAMINE

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 23 août 1875. —

M. Ed. Willm communique en son nom et au nom de M. Ch. Girard, les résultats de recherches encore incomplètes sur la production et la constitution du bleu de diphénylamine, obtenu par l'action de l'acide oxalique sur cette base, ainsi que sur les produits qui l'accompagnent lors de sa formation. Parmi ces produits, le plus important, et le seul qui soit bien défini jusqu'à présent, c'est la formo-

diphénylamine $Az \begin{cases} C^6 H^5 \\ C^6 H^5 \\ COH \end{cases}$. Cette amine mixte s'obtient facilement par l'action directe de l'acide formique sur la diphénylamine. Elle cristallise facilement d'une solution alcoolique en prismes orthorhombiques, volumineux, fusibles à 73 degrés ; elle distille sans altération, entre 210-220 degrés, sous la pression de 2 centimètres de mercure.

Les réactions sont celles des formamides en général ; les agents réducteurs et oxydants ne portent leur action que sur le groupe formyle. La formodiphénylamine ne manifeste pas les réactions colorées de la diphénylamine elle-même, tant que son dédoublement n'a pas eu lieu.

Dans la préparation du bleu par l'action de l'acide oxalique sur la diphénylamine, le produit formé disparaît avec une grande facilité lorsque l'on n'a pas soin de maintenir la température à laquelle on opère dans de certaines limites, 130 degrés environ. Une fois l'opération achevée, le produit renferme principalement de la diphénylamine, de la formodiphénylamine et une matière d'un brun-acajou qui n'a pas encore pu être purifiée.

Lorsque, dans la diphénylamine, le troisième atome de H, du type ammoniaque, est substitué par un radical alcoolique aromatique ou par un radical d'acide, la température que l'on peut atteindre sans danger est beaucoup plus élevée. C'est ainsi qu'avec l'acétodiphénylamine on peut élever la température jusqu'à 180 degrés, sans que le bleu formé soit sensiblement altéré.

Pour obtenir ce bleu, il n'est pas nécessaire de partir de l'acétodiphénylamine oute formée : il suffit de se mettre dans les conditions nécessaires pour lui donner naissance en présence de l'acide oxalique.

L'acétodiphénylamine peut être obtenue, soit par l'action de l'anhydride acéti-

que ou du chlorure d'acétyle sur la diphénylamine, soit par l'action de l'acide acétique cristallisable, en présence d'un corps déshydratant.

L'acétodiphénylamine cristallise en prismes volumineux qui semblent isomorphes avec les cristaux de la formodiphénylamine. Elle fond à 104 degrés.

Les auteurs font aussi connaître la benzyle-diphénylamine cristallisable en aiguilles déliées, fusibles à 94-96 degrés et distillant à 240 degrés dans le vide. Ils décrivent ensuite la marche qu'ils ont suivie pour purifier le bleu commercial soluble. L'analyse de ce bleu montre qu'il constitue un sel soluble d'un acide sulfoconjugué ; le bleu lui-même, avant d'avoir été rendu soluble, est le chlorydrate d'une amine complexe, résultant de la condensation de plusieurs résidus de diphénylamine soudés par un atome de carbone ou par un des groupes $(CH)'''$ ou $(CH^2)''$.

Parmi les réactions caractéristiques de ce bleu, il faut mentionner celle de l'acide chlorhydrique sec, qui donne un dégagement de chlorure de méthyle, et celle de l'acide azoteux, qui fournit de l'acide cyanhydrique : dans les deux cas, la diphénylamine est régénérée.

Les auteurs se réservent l'étude ultérieure de ces réactions, qui établiront si le bleu obtenu par l'acétodiphénylamine, ou les amines analogues, est identique ou non avec celui que fournit la diphénylamine elle-même.

Les auteurs mettent sous les yeux des membres de la Section un grand nombre d'échantillons de produits qu'ils ont obtenus dans ces recherches.

M. PESIER

Professeur de chimie à Valenciennes.

PROCÉDÉ D'EXTRACTION DE LA POTASSE DES SALINS DE BETTERAVES

— Séance du 23 août 1875. —

M. Pesier, entretient la Section de procédés qui permettent de retirer des salins de betteraves des potasses ne renfermant que de très-faibles quantités de soude, quantités qui peuvent être réduites à 2,5 pour 100. Ces procédés, déjà publiés par l'auteur, exigent particulièrement que la *fonte* soit pratiquée sans *ébullition* et que les degrés de concentration des lessives, aux diverses phases du travail, soient rigoureusement observés.

M. Pesier rappelle encore les méthodes de dosage de la soude dans les potasses, et recommande que la quantité de base (soude) soit déterminée directement et non pas par différence, comme cela se fait d'ordinaire. La soude peut être séparée à l'aide de l'acide perchlorique, comme le fait M. Schlœsing et comme l'auteur lui-même le pratique depuis 1840.

M. Pesier fait remarquer, en terminant, que le *natromètre* fournit des indications assez exactes sur la teneur en soude des potasses, à la condition toutefois d'employer le sulfate de potasse pur, en poudre fine, pour faire les solutions saturées.

M. LORIN

Préparateur des cours de chimie industrielle et de physique générale à l'École Centrale des Arts et Manufactures.

(Laboratoire des Hautes-Études.)

ACTION RÉCIPROQUE DE L'ACIDE OXALIQUE DÉSHYDRATÉ ET DES ALCOOLS POLYATOMIQUES PROPREMENT DITS. — APPLICATION A LA PRÉPARATION DE L'ACIDE FORMIQUE TRÈS-CONCENTRÉ ET MÊME CRISTALLISABLE.

— Séance du 25 août 1875. —

I. — Dans une étude faite en 1865, au laboratoire de M. Berthelot, sur l'action réciproque de la glycérine et de l'acide oxalique ordinaire, j'ai indiqué l'existence d'une *monoformine* de la glycérine, d'après ce caractère, qui sert de définition aux éthers ordinaires, que leur formation résulte toujours de l'élimination de deux équivalents d'eau

$$C^2 H^2 O^4 + C^6 H^8 O^6 = C^2 H O^3, C^6 H^7 O^5 + 2 H O$$

La constance de ce caractère, vérifié avec la plus grande exactitude, m'a permis de donner alors un mode nouveau et industriel de préparation de l'acide formique, au titre normal de 56 pour 100 en acide formique vrai, l'acide oxalique se dédoublant, de la manière la plus rigoureuse, en acide carbonique, en acide formique et en eau, d'après cette équivalence

$$C^4 H^2 O^8, 4 H O = C^2 O^4 + C^2 H^2 O^4 + 4 H O.$$

Le procédé de préparation a permis également d'obtenir, par distillation, de l'acide formique atteignant le titre de 77,5; et, par l'action répétée de l'*acide oœalique déshydraté,* à partir de ce dernier acide, j'ai pu augmenter successivement sa richesse, et enfin l'avoir *cristallisable* (1).

La généralisation de cette étude et de son application à la préparation de l'acide formique aux titres indiqués a été publié en 1870 (2). *Elle est devenue dès lors une caractéristique des alcools polyatomiques proprement dits, et elle a établi l'exœistence des formines de ces alcools d'une manière générale,* formines dont la première indiquée a été isolée et étudiée par MM. Tollens et Henninger à propos de leur travail sur l'alcool allylique.

(1) *Bulletin de la Société chimique,* 1866, t. I, p. 7.

(2) Même recueil, 1870, t. 2, p. 367 : *Note préliminaire à l'éthérification.*

II. — Pour apprécier, au point de vue industriel, le nouveau mode de préparation de l'acide formique que j'avais proposé, et en justifier au besoin toutes les conséquences, je demande la permission de rappeler ici l'expérience suivante, que j'ai faite dès 1866 et publiée en 1873 (1).

On a fait réagir 1 kil. 120 de glycérine et 3 kil. d'acide oxalique ordinaire en poudre, et l'opération a été continuée par des additions successives de cet acide, le matin et le soir, en quantités telles que le niveau primitif du mélange fût atteint et maintenu autant que possible, en ayant d'ailleurs la précaution de laisser refroidir un peu la cornue avant chaque addition. Les résultats ont été tels que 65 kil. 250 d'acide oxalique ordinaire ont fourni 42 kil. 140 d'acide formique au titre moyen 54,5 et représentant 23 kil. 004 d'acide formique vrai. Théoriquement, on aurait dû avoir 23 kil. 639 de cet acide en tenant compte du résidu solide, environ un demi-kilogramme. Cette différence, très-petite, s'atténue par l'acide formique nécessaire pour la saturation de la glycérine devenant une monoformine brute, par l'entraînement mécanique, etc. L'eau de cristallisation de l'acide oxalique devait donner 18 kil. 5 ; or, on a trouvé 19 kil. 136 avec le poids de l'eau provenant de l'éthérification de la glycérine, etc. Aussi bien les *produits volatils* que les *queues* de la distillation ménagée et méthodique de l'acide formique brut, faite en vue de sa purification, ont prouvé que cet acide était relativement d'une grande pureté. — Il restait dans la cornue un produit liquide, fortement acide, et pesant 1 kil. 450. *Mais ce qui est surtout digne de remarque dans cette longue opération, c'est que la propriété éthérifiante du résidu liquide de la fin était loin d'être épuisée; le seul motif qui a fait interrompre l'opération, c'est qu'elle devenait trop coûteuse.* Cette continuité dans l'opération, et l'absence de précautions à prendre, précautions que j'ai vu exagérer dans certains cours publics, telles que l'emploi d'un bain-marie, etc., rendent le procédé vraiment industriel.

III. — Ces résultats ont donc vérifié en grand, et d'une manière aussi parfaite que possible, les idées théoriques qui avaient présidé au nouveau mode de préparation de l'acide formique, *résultats qui ne permettent plus de considérer le dédoublement de l'acide oxalique ordinaire en acide carbonique, en oxyde de carbone et en eau partielle devenant de l'acide formique, en présence de certaines matières sucrées, comme un des phénomènes de contact des plus nets* (2), *mais qui*

(1) *Id.*, 1873, et *Annales*, 1873.
(2) Berthelot. *Chimie organique fondée sur la synthèse*, t. I.

vérifient une extension aux lois de l'éthérification énoncées par Péan de Saint-Gilles et M. Berthelot, savoir : combinaison lente et progressive de l'acide et de l'alcool réagissants, incomplète et tendant vers une limite.

IV. — En résumé, l'action de l'acide oxalique sur les alcools polyatomiques proprement dits a de l'analogie avec celle de l'acide sulfurique sur les alcools monoatomiques ; mais il y a entre les deux genres de phénomènes cette différence capitale, que l'acide sulfurique est le corps passif en quelque sorte et permanent, et l'alcool monoatomique le corps variable et qui s'élimine, tandis que pour l'acide oxalique, c'est l'alcool polyatomique qui devient le corps permanent, et c'est l'acide oxalique qui devient le corps variable et qui s'élimine, sous la forme de ses composants volatils, acide carbonique, eau et acide formique. Avec l'acide sulfurique, on a des éthers hydriques indéfiniment ; avec l'alcool polyatomique proprement dit, on a de l'acide formique indéfiniment. Enfin, une autre différence, également caractéristique et qui les résume toutes, c'est que si tous les alcools monoatomiques peuvent donner des éthers hydriques ou mixtes avec l'acide sulfurique, etc., l'acide oxalique est le seul qui présente jusqu'ici le phénomène d'éthérification qui nous occupe (1). J'espère pouvoir indiquer les limites de cette analogie.

V. — Pour continuer, avec quelque succès, l'étude de ce genre de phénomènes, il *restait d'abord à vérifier l'existence des oxalines, niée jusqu'alors.* J'ai prouvé que cette nouvelle classe d'éthers, résultant de l'action de l'acide oxalique et d'un alcool polyatomique proprement dit, se produisent comme les *formines*, d'une manière également facile et générale. Cette existence des oxalines est devenue une nouvelle caractéristique des alcools polyatomiques proprement dits par la propriété qu'ont ces éthers *de fournir constamment de l'oxamide, corps dont l'importance a été signalée autrefois par M. Dumas, et dont la production peut servir, en général, pour reconnaître et pour définir un alcool, quelle que soit d'ailleurs l'atomicité de cet alcool* (2).

VI. — Sans m'arrêter à l'étude des oxalines, il restait aussi à mettre en évidence le rôle si important de l'eau qui domine les phénomènes d'éthérification ordinaire, et qui assure la perpétuité des phénomènes

(1) *Annales de chimie et de physique*, 4e série, t. XXIX, p. 371, et *Bulletin de la Société chimique*, 1873, t. II, p. 241.

(2) *Annales*, t. XXX, 1873, et *Bulletin*, 1873, t. II, p. 434.

d'éthérification qui sont particuliers à l'acide oxalique. Je ne me suis attaché d'abord qu'à l'influence de l'eau de cristallisation de l'acide oxalique, réservant, pour une étude ultérieure et plus complète, l'action hydratante de l'acide formique et son application pour fournir incidemment une nouvelle caractéristique des formines, et une production, tout à la fois continue et variée, de gaz oxyde de carbone.

L'action de l'acide oxalique déshydraté sur un alcool polyatomique proprement dit pouvait avoir une double importance, théorique et pratique : *théorique* par l'affirmation de l'existence au moins latente de l'acide formique dans l'acide oxalique ; *pratique* par une préparation nouvelle et facile de l'acide formique très-concentré. Mais il fallait que l'expérience décidât que le sens des phénomènes d'éthérification, indiqués plus haut pour l'acide oxalique ordinaire, se maintenait avec l'acide déshydraté, et que l'acide formique pouvait être obtenu, *de premier jet,* à un très-haut degré de concentration. Or, toutes les expériences ont prouvé que l'analogie des phénomènes, avec l'un ou l'autre acides oxaliques, était absolument la même, c'est-à-dire :

1° Que l'acide oxalique déshydraté, et cela rigoureusement et régulièrement, se décompose en acide formique et en acide carbonique,

$$C^4 H^2 O^8 = C^2 O^4 + C^2 H^2 O^4 ;$$

2° Que la saturation de l'alcool polyatomique ou de sa monoformine brute, est progressive, rapide et complète ;

3° Que cette saturation s'accomplit avec élimination corrélative d'eau, laquelle est proportionnelle à la quantité d'acide formique restant dans la cornue ;

4° Que la richesse de l'acide formique éliminé va en croissant jusqu'à une limite *qui n'est pas et ne peut pas être celle de l'acide formique cristallisable, mais qui en est très-voisine, puisqu'elle a pu atteindre et se maintenir au titre 96 pour 100 d'acide formique vrai, notamment avec l'érythrite, et au titre 90-93 pour la mannite et la glycérine.* Il importe toutefois de faire remarquer que l'absence de l'eau de cristallisation de l'acide oxalique empêche la continuité de l'éthérification d'être absolue, comme avec l'acide oxalique ordinaire ;

5° Enfin, que la production de l'acide formique est encore précédée, ou du moins simultanée, de la production de l'oxaline de l'alcool polyatomique proprement dit.

Tous ces résultats ont été mis en évidence par des expériences dont les détails ne peuvent trouver place ici et qui ont été faites sur le glycol ordinaire, sur la glycérine ou sa monoformine brute, sur la mannite ou mieux sur sa monoformine brute, et sur l'érythrite. La généralité des lois qui régissent la chimie organique et qui est le caractère pro-

pre de la chimie moderne, ne permet pas de douter, après les résultats acquis avec l'acide oxalique ordinaire et le glycol octylique de M. de Clermont, la dulcite, la quercite, et j'ajoute la pinite, que ces alcools polyatomiques fournissent des conclusions absolument identiques à celles qu'ont données jusqu'à présent les autres alcools précités, conclusions que je me propose du reste de vérifier à l'occasion.

VII. *Glycol ordinaire.* — Ce glycol, *préparé avec le formiate de potasse,* a été soumis simultanément, dans le même bain-marie, à l'action de chacun des acides oxaliques. L'acide ordinaire a donné des acides formiques titrant 30,8 — 36,3 — 41 — 45 — 49 — 51,2 et 58,7 en acide formique vrai : finalement, la saturation du glycol à l'état de monoformine brute ayant été obtenue, l'acide formique brut distillé a donné 176 grammes d'acide contenant 83 grammes d'acide formique vrai, d'où le titre 47,2 pour 100.

Le glycol (60 gr.) et l'acide oxalique déshydraté (100 gr. contenant 4 gr. 2 d'eau) mélangés, ont fourni presque instantanément un produit d'une solidité telle qu'on n'a pu y introduire le réservoir d'un thermomètre. Ce changement d'état des corps a eu lieu avec un dégagement de chaleur sensible à la main, et accusé imparfaitement par un thermomètre qui s'est élevé de 14 à 30 degrés. Ce phénomène calorifique est tout à fait particulier au glycol ; il se manifeste également, quoiqu'à un degré moindre avec l'acide formique, et s'il se présentait avec les autres glycols de la série grasse, seul, il suffirait de caractéristique pour distinguer les alcools diatomiques des alcools monoatomiques et des autres alcools polyatomiques.

Quoi qu'il en soit, la décomposition se produit vers 88 degrés, c'est-à-dire à une température de quelques degrés plus élevée que celle qui est nécessaire avec la glycérine. La production d'une très-faible proportion d'oxyde de carbone, au commencement de l'opération, est due à une réaction secondaire, l'action de la chaleur sur l'acide oxalique ; toutefois ce gaz s'est montré dans la proportion de 2 à 3 pour 100 pendant tout le cours de l'opération. Par des additions répétées d'acide oxalique, on a eu les titres suivants pour l'acide formique, 53,5 — 63,1 — 80,8 — 80,3 — 97,5 — 84 — 85 — 80,3 — 79,6 — 81,3 — 82,7 — 94,2. Finalement, on a eu 285 d'acide formique aqueux contenant 228 d'acide vrai, titrant donc 80 pour 100. Ce titre s'élève à 84 en retranchant les premiers acides. Les formines entraînées et contenues dans cet acide ayant été éliminées par la distillation, le titre moyen de l'acide s'est élevé à 85. La dernière portion de l'acide distillé titrait encore 80, et il est resté, dans la cornue, un produit liquide, jaune ambré, en très-petite quantité, mélange d'acide formique libre (un quart), de monoformine

(un tiers), et le reste de diformine de glycol, et probablement de traces de glycol, etc.

VIII. *Glycérine.* — L'opération préliminaire qui a inauguré ce long travail, a été faite avec 100 gr. de glycérine, à laquelle on ajoutait l'acide oxalique déshydraté par portions de 100 gr., c'est-à-dire équivalent pour équivalent. Avec 1592 d'acide oxalique, on a obtenu 730 d'acide formique aqueux, contenant 603 d'acide vrai, d'où le titre 82,6, lequel devient 88 en ne tenant pas compte des premiers acides. Une des additions d'acide oxalique a fourni 52 d'acide aqueux, au titre 91,4 et contenant 47,5 d'acide vrai. Le résidu pouvait encore éthérifier l'acide oxalique, mais alors le gaz oxyde de carbone apparaissait en proportion notable.

On a alors appliqué la réaction à la préparation de l'acide formique très-concentré, et voici le tableau des résultats obtenus avec 335 *grammes de glycérine.*

TITRE EN ACIDE FORMIQUE VRAI.	ACIDE AQUEUX.	ACIDE VRAI.	ACIDE OXALIQUE DÉSHYDRATÉ.
16.9	34	5.65	100
58.3	156	91	250
76	196	149	475
83.2	178	148	440
88.8	134	119	655
89.2	277	247	400
91.4	175	160	610
81.5	130	106	645
88.2	150	132.3	»
84.3	240	202.2	305
87.2	371	323.5	320
88.9	146	130	255
91	171	155.6	440
87.3	343	299.5	385
87.3	146	127.5	460
83.6	40	33.44	90
83.6	65	54.28	100
80	25	20	60
84	86	72.2	228
	3063	2576.17	6218

On voit qu'avec 3070 d'acide formique aqueux et 2583 d'acide vrai, on a le titre moyen 84,14, et 87,1 en défalquant l'acide des trois premières opérations. En tenant compte de toutes les causes de perte, on retrouve presque intégralement le poids de l'acide oxalique employé. Filtré, le résidu final pesait 540 gr.; il était exempt d'acide oxalique libre ou combiné, et contenait environ un tiers d'acide formique libre, un tiers d'acide formique combiné : ce résidu pouvait servir encore à la préparation de l'acide formique.

IX. *Pratique du nouveau procédé.* — Dans une cornue un peu grande et à col étiré, on introduit la glycérine blanche, qu'on peut concentrer préalablement par la chaleur, avant l'addition de l'acide oxalique déshydraté et en poudre. On chauffe au bain-marie. La décomposition, comme avec l'acide oxalique ordinaire, a lieu vers 80 degrés ; mais elle s'accélère beaucoup plus par une légère élévation de la température, et à 87 degrés le liquide est couvert d'une couche bulleuse de un demi-centimètre d'épaisseur. Lorsque la décomposition s'est ralentie, on ajoute de l'acide oxalique, et ainsi de suite sans qu'il soit nécessaire d'attendre que l'acide formique soit éliminé ; au contraire, il est préférable de faire cette élimination en continuant au bain-marie, ou du moins en ne dépassant guère 100 degrés. Un boursouflement se produit-il, on éteint, en renversant la cornue au besoin, et on attend que la masse soit tombée, ce qui arrive bientôt ; en tout cas, il suffit de cohober, l'opération n'est pas perdue. On pourrait éviter l'épuisement par l'addition, de temps à autre, d'une petite portion de glycérine ou de monoformine brute, laquelle pourrait être employée, comme je l'ai fait d'ailleurs, à la place de cet alcool. Enfin la distillation de l'acide formique, limpide et très-fumant, permet de le purifier complétement et d'élever son titre de 4 à 5 pour 100, pour le premier tiers qui passe. Dans une opération, l'acide a été absolument pur de produits allyliques, et titrait 94 pour 100 en acide formique vrai. Ce résultat dispense d'exagérer la déshydratation de l'acide oxalique, que j'ai faite avec l'étuve de M. Wiessnegg (1). Le résidu peut être conservé, dans la cornue bouchée, pour servir à une préparation rapide d'acide formique à un moment donné.

X. *Mannite* (2). — De tous les alcools polyatomiques ordinaires, la mannite doit être préférée pour la préparation de l'acide formique à 56. Avec 400 grammes de mannite et l'acide oxalique ordinaire, j'ai

(1) Comptes rendus, 5 mai 1875, et Bulletin de la Société chimique, 1875.
(2) Comptes rendus, 9 août 1875.

obtenu 3 kil. 960 d'acide formique à 49,4, et contenant près de 2 kil. d'acide vrai, d'une limpidité parfaite, et qui n'a laissé, par distillation, qu'une petite quantité de résidu à peine coloré.

Quant à l'acide oxalique déshydraté, je l'ai fait agir sur 200 gr. de la monoformine brute de l'opération précédente ; 4 kil. 5 de cet acide ajouté par portion de 100 gr., ont donné 2 kil. 160 d'acide formique contenant 1 kil. 865 d'acide formique vrai, au titre moyen 86,4. Ce titre devient 88,5 si l'on ne compte pas les premiers acides destinés à une saturation plus complète de la mannite. La distillation de cet acide a élevé son titre au delà de 90 pour les premières parties, les dernières parties titrant encore 83,2. Enfin, il n'est resté dans la cornue que 16 gr. d'un liquide jaune ambré, titrant encore 74,5, et qui, traité par l'eau, n'a laissé que 2 à 3 gr. d'une matière sirupeuse encore acide. On voit donc que la mannite, de même que la glycérine, produit un acide formique très-concentré, d'une manière courante, en partant de sa monoformine brute. La propriété éthérifiante du résidu noirâtre, visqueux, fortement acide, n'était pas épuisée. La perte en acide formique a été très-faible.

XI. *Erythrite.* — Essayés avec l'acide oxalique ordinaire, 41 grammes ont fini par donner de l'acide formique au titre 56. En redistillant tout l'acide obtenu, on a eu 320 grammes titrant 46,4, et un résidu jaune ambré de 5 à 6 grammes, titrant 74, et contenant une formine.

Mais les résultats de cet alcool ont été inattendus avec l'acide oxalique déshydraté. En effet, partant de 85 grammes d'érythrite, et par des additions répétées, on a fait réagir 2 kil. 400 d'acide oxalique, qui ont donné 1120 grammes d'acide formique aqueux, contenant 985 gr. d'acide formique vrai, d'où le titre moyen 87,95. Laissant de côté les premiers acides aqueux, on a eu le titre moyen 90,4, et enfin, pour les dix derniers acides bruts, le titre moyen 96. La distillation de ces derniers acides a fourni de l'acide à un titre dépassant 98.

De tous les alcools polyatomiques essayés jusqu'à présent, l'érythrite est celui qui a donné, sans contredit, les résultats les plus nets. Le gaz produit, même à la fin de l'opération, ne contenait encore que 4 à 5 pour 100 d'oxyde de carbone. Le résidu de la distillation a été faible, 28 grammes, contenant encore 19 grammes d'acide formique. D'une manière constante, l'acide formique obtenu a été plus riche qu'avec les autres alcools, en sorte qu'il n'y a eu, dans chaque phase, qu'une quantité insignifiante d'acide formique décomposé.

XII. *Acide formique cristallisable.* — On sait que cet acide pur, exempt d'eau, peut s'obtenir par les diverses méthodes suivantes :

1° par la décomposition du formiate de plomb par l'hydrogène sulfuré, à une température ménagée (Gerhardt); 2° par la substitution du formiate de cuivre déshydraté au formiate de plomb (Lorin); 3° et enfin par l'action de l'acide oxalique déshydraté sur l'acide formique déjà concentré (Lorin). Les expériences qui précèdent conduisent à un quatrième et nouveau mode d'obtention de l'acide formique cristallisable. En effet le titre élevé 98, indiqué plus haut, de l'acide formique obtenu avec l'érythrite, m'a permis d'avoir directement, par une distillation faite avec ménagement, de l'acide formique cristallisable. *C'est là un résultat digne de remarque et que ne pouvait faire prévoir la génération synthétique de l'acide formique, au moyen de l'oxyde de carbone et de l'eau, sous l'influence catalytique de la glycérine.*

XIII. *Conclusions.* — En résumé, on obtient, *de premier jet,* de l'acide formique très-concentré avec l'acide oxalique déshydraté et un alcool polyatomique proprement dit quelconque, glycol, glycérine, érythrite, mannite, etc., ou leur monoformine brute. Les monoformines et les formines saturées telles que la diformine pour le glycol, la triformine pour la glycérine..., et aussi les oxalines, s'obtiendront et mieux avec l'acide oxalique déshydraté.

Un point important à signaler, c'est que l'acide oxalique déshydraté se montre, dans toutes les expériences faites avec les alcools polyatomiques, aussi stable que l'acide oxalique ordinaire. Au point de vue de leurs réactions générales, comme à celui de leur action particulière sur les alcools polyatomiques proprement dits, ils constituent deux acides parfaitement distincts, ayant chacun leur individualité spéciale mise en évidence par les deux nouveaux procédés de préparation de l'acide formique, par les différentes formines qu'ils peuvent produire, par leur facilité plus ou moins grande qu'ils ont de se combiner avec les alcools polyatomiques, soit pour donner directement des oxalines et indirectement des formines, et enfin par leur limite et leur continuité d'action sur ces mêmes alcools, limite et continuité qui sont parfaitement nettes quand il s'agit de l'acide oxalique ordinaire, mais qui peuvent un peu varier avec l'acide oxalique déshydraté par suite de l'action hydratante de l'acide formique produit, à une phase avancée des réactions.

Signalons encore que la propriété de l'acide oxalique déshydraté de se décomposer d'une manière rigoureuse en acide carbonique et en acide formique devient *une caractéristique nouvelle et réciproque* de ce corps et d'un alcool polyatomique proprement dit. D'accord avec d'autres données expérimentales qui feront l'objet de nouvelles communica-

tions, cette propriété est tout à fait contraire à l'hypothèse de la génération synthétique de l'acide formique au moyen de l'oxyde de carbone naissant de l'acide oxalique et se combinant avec l'eau, sous l'influence de la glycérine. *C'est enfin un fait digne d'intérêt que, par le nouveau procédé de sa préparation, l'acide formique offre l'unique exemple d'être le seul corps de la chimie organique qui s'obtienne immédiatement très-concentré et même cristallisable, à l'état de pureté absolue.*

XIV. — Ces recherches sont continuées à l'École Centrale, au laboratoire des Hautes-Études. Elles sont, en effet, loin d'être terminées ; elles seront complétées par :

1° L'étude de l'action de l'acide oxalique déshydraté sur d'autres alcools polyatomiques proprement dits ;

2° L'application de ces études à la fixation de la fonction chimique de certaines substances sucrées ;

3° L'étude des monoformines et des formines saturées, qui donnera une nouvelle caractéristique de cette classe d'éthers ;

4° Celle des oxalines et en particulier de l'oxaline du glycol ;

5° L'action des acides oxaliques sur les éthers des alcools monoatomiques ou polyatomiques, et en particulier sur les éthers formiques ;

6° L'action hydratante de l'acide formique ;

7° L'extension de ces recherches aux alcools polyatomiques qui n'appartiennent pas à la série grasse et à des corps à fonctions mixtes ;

8° Et divers problèmes qui se rattachent à cet ordre de phénomènes, tels que l'étude des propriétés physiques des mélanges d'eau et d'acide formique, celle de la chaleur dégagée par les réactions des alcools polyatomiques, celle des combinaisons des alcools monoatomiques avec les acides formique et oxalique.

Etc.

DISCUSSION

A la suite de cette communication faite par M. Friedel, au nom de M. Lorin, M. Béchamp dit que son fils, M. Joseph Béchamp, préparateur de chimie à la Faculté de médecine de Montpellier, a étudié les produits de décomposition de l'acide oxalique chauffé avec l'acide lactique. M. J. Béchamp a constaté que, vers 140°, un mélange de 100 parties d'acide lactique et 50 parties d'acide oxalique fournit une grande quantité d'oxyde de carbone, d'acide carbonique et de l'acide formique représentant environ 18 pour 100 du poids de l'acide oxalique employé.

M. Charles TANRET
Pharmacien à Troyes.

DE LA DIGITALINE CRISTALLISÉE

— Séance du 23 août 1875. —

On sait qu'il a paru sur la digitaline assez de travaux contradictoires pour que, de l'avis de chimistes autorisés, son étude soit encore en grande partie à faire. Je l'ai reconnu aussi par les difficultés que j'ai rencontrées tout dernièrement en voulant vérifier la nature de granules de digitaline que je venais de recevoir d'une maison de produits chimiques. C'est le résultat de ces recherches bien incomplètes encore, mais que je me promets de continuer, que j'ai l'honneur de vous exposer. Elles portent principalement sur le mode d'extraction de la digitaline à l'état de pureté, c'est-à-dire cristallisée.

A quel état la digitaline se trouve-t-elle dans la plante? Telle est la première question qui se présente à l'esprit. La résoudre, ce sera donner un moyen sûr de retirer ce produit dans toute sa pureté, comme il va être démontré.

Selon Nativelle, et après lui Soubeiran, elle s'y trouverait à l'état de tannate, voilà pourquoi, dans tous les procédés d'extraction, après avoir épuisé la digitale par l'eau ou l'alcool, on traite par l'acétate de plomb pour dégager la digitaline de sa prétendue combinaison avec le tannin. Mais si elle peut être retirée directement par l'alcool et le chloroforme, et devenir alors précipitable par le tannin, c'est que évidemment elle n'y était pas combinée.

C'est sur ce fait que repose ma méthode d'extraction, ainsi que sur la solubilité du tannate de digitaline dans l'alcool, son insolubilité dans le chloroforme, et sa facile décomposition à l'état de dissolution alcoolique par l'oxyde de zinc ou l'oxyde jaune de mercure. Ainsi, la digitaline se trouve dans la digitale soit à l'état de liberté, soit combinée à un corps particulier que j'ai lieu de croire acide, mais autre que le tannin, combinaison soluble dans l'alcool et le chloroforme.

Les feuilles de digitale sont réduites en poudre grossière et mélangées intimement avec leur poids d'alcool à 50°, puis traitées par déplacement. Quand la lixiviation est bien conduite, la digitaline passe dans les 4 premières portions recueillies. On distille pour retirer l'alcool, puis on agite le liquide restant avec du chloroforme, environ le $\frac{1}{10}$ de son poids, et on laisse reposer. Quand le chloroforme s'est bien séparé, on l'enlève avec un

entonnoir à robinet, et on recommence d'agiter la liqueur avec une nouvelle dose de chloroforme, le $\frac{1}{20}$ seulement cette fois. On réunit le chloroforme des deux opérations coloré en vert brunâtre intense, et qui contient la digitaline mêlée de chlorophylle, de matières grasses, etc. On l'agite à plusieurs reprises avec une solution de tannin assez étendue, et il se sépare alors du tannate de digitaline, qu'il est assez facile d'enlever. Le tannate recueilli est malaxé avec du chloroforme neuf qui entraîne celui qui est coloré en vert et qui souillait le précipité, puis on l'exprime entre des feuilles de papier brouillard, après quoi on le dissout dans de l'alcool à 90° ou 95°. Alors on y délaie soit de l'oxyde de zinc, soit mieux encore de l'oxyde jaune de mercure, et on agite de temps en temps le mélange. Au bout de quelques heures, il s'est formé un tannate métallique, et la digitaline mise en liberté s'est dissoute dans l'alcool. Celui-ci, à peine coloré, est agité bouillant avec un peu de charbon animal lavé, puis filtré et abandonné à l'évaporation. Si elle marche vite, on n'obtient que des grains de digitaline blanche que le microscope montre composés d'aiguilles rayonnant du centre — cristallisation qui, je crois, a été déjà signalée pour ce corps, — mais si elle se fait lentement, ce sont de belles aiguilles prismatiques. Quand ces cristaux n'augmentent plus, on décante le liquide aqueux qui contient la digitaline soluble ou digitaléine. La digitaline cristallisée obtenue est insoluble.

Lorsque la digitaline a passé à l'état de tannate, on se trouve arrêté par la même difficulté que dans les anciens procédés. Comment saura-t-on quand ce tannate sera entièrement décomposé par l'oxyde métallique qu'on emploie ?

Je la surmonte au moyen de l'artifice suivant qui est de la plus grande précision et qui m'a été inspiré par celui que M. Berthelot, mon illustre maître, indique dans ses cours pour s'assurer quand une liqueur tenant un précipité en suspension est encore colorée : « Une goutte de la li-
» queur trouble étant déposée avec précaution sur du papier à filtrer
» blanc, le précipité forme une tache bien nette entourée d'une auréole
» de la liqueur filtrée par capillarité, auréole colorée ou incolore, se-
» lon que la liqueur filtrée est colorée ou non. » Je me sers donc du liquide filtré de l'auréole pour voir quand le tannate de digitaline est décomposé. A cet effet, on le touche avec une baguette de verre trempée dans une solution de perchlorure de fer, et tant qu'elle noircit, c'est qu'il reste du tannate en dissolution. Ne se forme-t-il plus de tache ? C'est que tout le tannin est précipité en combinaison avec les oxydes de zinc ou de mercure. De la sorte, jamais la digitaline que j'obtiens ne peut contenir de tannin, tandis que celles du commerce en renferment très-souvent, car il m'est arrivé d'en rencontrer dans 2 échantillons sur 3 que je m'étais procurés. Une digitaline allemande soluble, entre autres, en contenait beaucoup.

Comme on vient de le voir, je n'emploie dans ce procédé d'extraction aucun réactif violent, ni acide, ni alcali, pas même la chaleur, de nature à altérer plus ou moins profondément le principe qu'on veut extraire et que les auteurs s'accordent tous à considérer comme très-altérable. De plus, il a l'avantage d'être très-rapide, car 500 grammes de digitale peuvent être traités en 2 jours, et le rendement en digitaline est assez élevé. Les essais de digitale pourront être plus rapides que ceux de quinquina ou d'opium, et comme il est probable que la quantité de digitaline varie dans la digitale selon son âge, le terrain et le moment où on l'a récoltée, le plus ou moins de soin apporté à sa dessication, etc., nul doute que maintenant tout pharmacien ne veuille essayer, par ce procédé facile et rapide, la digitale qu'il devra employer pour ses diverses préparations.

Quelle est la fonction chimique de la digitaline ? Mes expériences, trop peu nombreuses encore pour être concluantes, me permettent cependant d'avancer que, du moins dans certains cas, elle se comporte comme une base, et ce serait comme telle qu'elle se combine au tannin. En outre, quand elle est en solution acide, elle peut être enlevée entièrement par le chloroforme ; elle peut l'être si exactement que j'ai pu en retirer un centigramme d'un litre d'eau acidulée où elle avait été ajoutée préalablement dissoute dans un peu d'alcool. Cette expérience prouve que dans une expertise médico-légale, ce mode d'extraction serait très-avantageux. Mais la digitaline est très-peu soluble dans le chloroforme en présence d'une solution alcaline, à ce point que, lorsqu'elle s'est dissoute en quantité un peu notable dans le chloroforme, l'addition d'une solution de carbonate de soude, même très-faible, l'en sépare en partie. J'avais d'abord tenté un mode d'extraction de la digitaline fondé sur ce fait, en traitant le chloroforme de la précédente opération par une solution de carbonate alcalin au lieu de tannin. Mais la digitaline qui se sépare peut avoir été altérée plus ou moins par le contact de l'alcali, et du reste le rendement est peu élevé. Je n'ai pu obtenir ainsi plus de un pour mille de digitaline, composée en grande partie de digitaléine soluble. La raison en est que si on met un excès d'alcali, même léger, une portion de digitaline se redissout dans le chloroforme. Quand la solution chloroformique a été dépouillée le mieux possible d'une matière rouge soluble dans les alcalis et de la digitaline qui s'est séparée colorée en vert, si on vient à l'agiter avec du charbon, puis à le mettre à évaporer, elle abandonne des cristaux mêlés d'une substance grasse, jaune, soluble dans l'éther. C'est à peine si j'en ai retiré plus de 15 centigrammes d'un kilogr. de digitale. Ils présentent tous les caractères de la digitaline insoluble. Cependant, la facilité avec laquelle ils cristallisent dans le chloroforme en fait peut-être une es-

pèce à part. En tout cas, ce corps précipitable par le tannin doit se trouver mélangé à la digitaline cristallisée. Sa nature est une question que je chercherai à élucider (1).

Pour moi, la cristallisation de la digitaline n'a pas toute l'importance qu'on a voulu lui attribuer, car j'ai remarqué que, du moment qu'une digitaline se dépose en grains mamelonnés de sa dissolution alcoolique, elle est déjà d'une pureté suffisante pour l'usage médical. Un degré de pureté plus grand la donne en étoiles, dont les rayons ramifiés ressemblent à des feuilles de thuya. Enfin, la digitaline excessivement pure cristallise en grains formés d'aiguilles microscopiques ou en prismes très-déliés.

La question me paraît donc assez secondaire.

Enfin, de toutes les réactions qui ont été indiquées, celles que donne la digitaline préparée par mon procédé, et que je trouve vraiment caractéristiques, sont la couleur verte jaunâtre par l'acide chlorhydrique, surtout à chaud ; la coloration brune ou rosée, selon la quantité de digitaline, avec l'acide sulfurique concentré (M. Grandeau), puis le dépôt vert sale, si on additionne d'eau cet acide; et enfin celle encore de M. Grandeau, coloration violette de la solution sulfurique traitée par une goutte d'eau bromée, ou mieux par les vapeurs de brome. J'ajouterai que ces réactions peuvent, dans une expertise, déceler la présence de traces de digitaline enlevée par le chloroforme aux matières suspectes acidulées par l'acide acétique, ainsi que je l'ai dit déjà plus haut.

Grâce à mon procédé expéditif de préparer la digitaline à l'état de pureté, il sera facile désormais d'en obtenir de grandes quantités et de pouvoir ainsi étudier d'une manière complète toutes ses transformations sous l'influence des différents agents physiques et chimiques.

(1) Depuis, j'ai été assez heureux pour avoir probablement trouvé l'acide combiné à la digitaline. Quand celle-ci a été enlevée par le tannin, si on agite le chloroforme avec une solution alcaline, celle-ci se colore en rouge assez intense. On la décante, puis on la rend légèrement acide; elle redevient alors jaunâtre et laisse déposer un corps à réaction acide. On agite la liqueur avec du chloroforme, puis celui-ci est décoloré avec du charbon animal bien lavé et mis à évaporer. Il abandonne alors un acide cristallisé, celui, sans doute, qui était combiné à la digitaline. Je ne l'ai pas encore étudié.

M. GUSTAVE FLOURENS
Ingénieur à Lille.

SUR LA CRISTALLISATION DU SUCRE

— Séance du 25 août 1875. —

Depuis les travaux très-anciens de Dutrone, on n'a pas publié d'étude importante sur la cristallisation du sucre, et les tables qu'il a obtenues sur les températures d'ébullition des sirops et la proportion de sucre qu'ils peuvent abandonner par le refroidissement sont inexactes.

Je me suis proposé de rechercher :

1° La richesse en sucre des sirops saturés de sucre aux températures comprises entre 0° et 100° C. ;

2° Les degrés au densimètre et à l'aréomètre de Baumé de ces sirops aux températures observées ;

3° Les indications des mêmes instruments dans les mêmes sirops ramenés à 15° C.

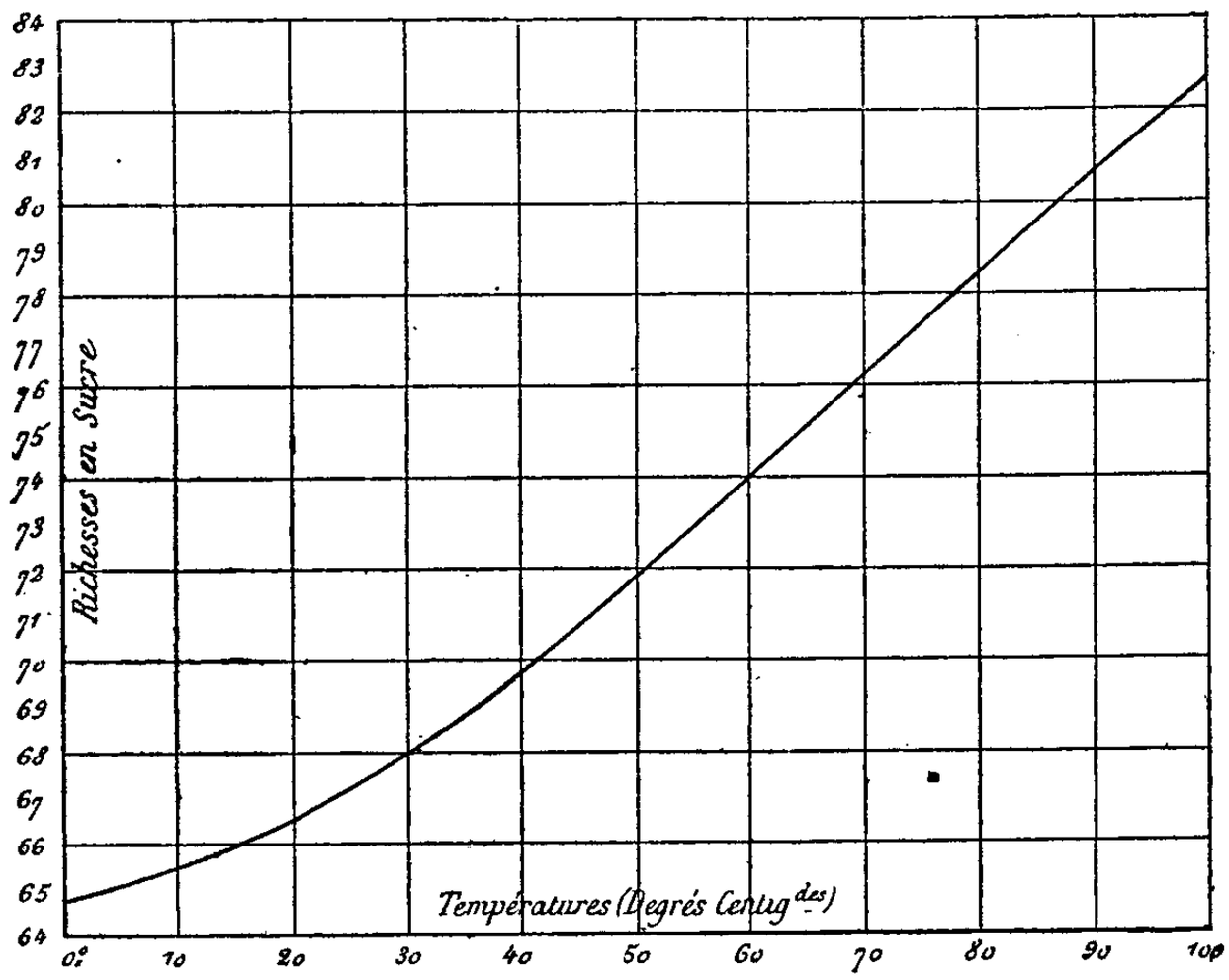


Fig. 86.

Les instruments ont été parfaitement vérifiés avant leur emploi.

Les aréomètres de Baumé, dont les degrés étaient divisés en dixièmes,

correspondaient à la table de densités employée par Gay-Lussac et publiée par M. Collardeau ; la densité était donnée par la formule

$$D = \frac{144,3}{144,3 - n} \cdots\cdots (n = \text{degré observé.})$$

De nombreuses observations saccharimétriques ont donné pour la densité du sucre dissous, à la température de 15° C., dans les sirops saturés de sucre pur, le nombre 1,5925. On a adopté le nombre 1,59 qui représente la moyenne obtenue par un certain nombre d'expérimentateurs.

Les résultats sont représentés par la table I et les diagrammes fig. 86 et 87. On voit à l'inspection des courbes que la solubilité du sucre présente une particularité : vers les bas degrés de l'échelle thermométrique, la richesse du sucre augmente très-lentement à mesure que la température s'élève, pour croître ensuite régulièrement, il en est de même des indications des aréomètres.

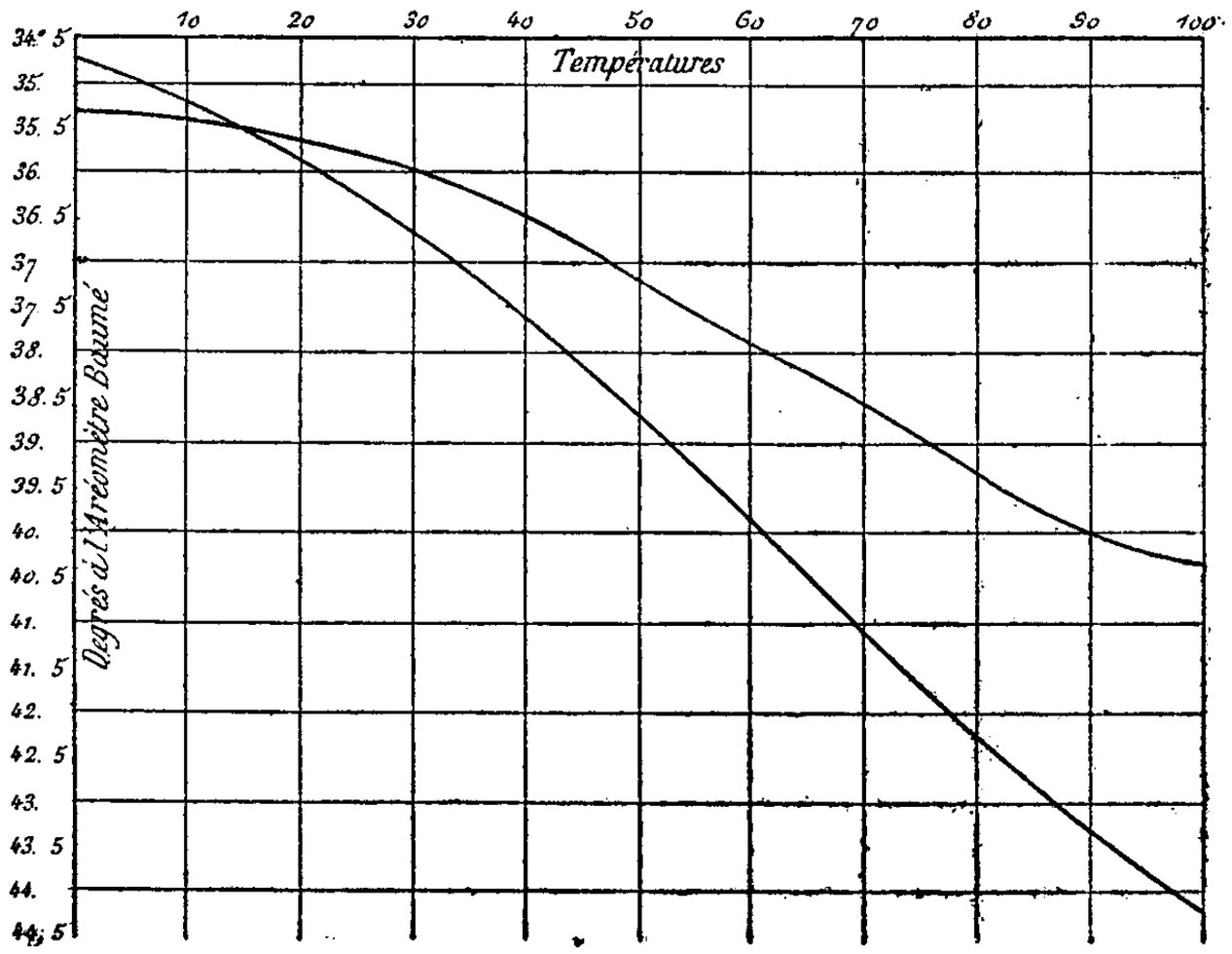


Fig. 87.

La connaissance des températures d'ébullition à la pression ordinaire de l'atmosphère des sirops à différents degrés de concentration indiqués par les aréomètres a aussi une certaine importance dans la pratique industrielle, principalement dans la fabrication du sucr candi ; la table II et les courbes, figure 88, donnent ces indications. Dans l'in-

TABLE I.

Températures.	DEGRÉ A L'ARÉOMÈTRE BAUMÉ		DEGRÉ AU DENSIMÈTRE CENTÉSIMAL		Sucre.
	A la température observée.	A 15° C.	A la température observée.	A 15° C.	
0°	35°30	34.60	132.36	131.50	64.70
5	35.35	34.90	132.43	131.90	65 »
10	35.45	35.20	132.55	132.26	65.50
15	35.50	35.50	132.60	132.60	66 »
20	35.60	35.75	132.75	132.93	66.50
25	35.80	36.25	133 »	133.55	67.20
30	36 »	36.67	133.25	134 »	68 »
35	36.20	37.10	133.48	134.60	68.80
40	36.40	37.50	133.73	135.10	69.80
45	36.75	38.10	134.10	135.87	70.75
50	37.10	38.68	134.60	136.60	71.80
55	37.50	39.30	135 10	137.42	72.80
60	37.90	39.90	135 60	138.20	74 »
65	38.30	40.55	136 13	139.07	75 »
70	38.60	41.10	136.50	139.80	76.10
75	39 »	41.70	137.03	140.60	77.20
80	39.30	42.20	137.42	141.30	78.35
85	39.65	42.80	137 88	142.20	79.50
90	39.95	43.30	138.20	142.86	80.60
95	40.10	43.70	138.50	143.40	81.60
100	40.30	44.10	138.75	144 »	82.50

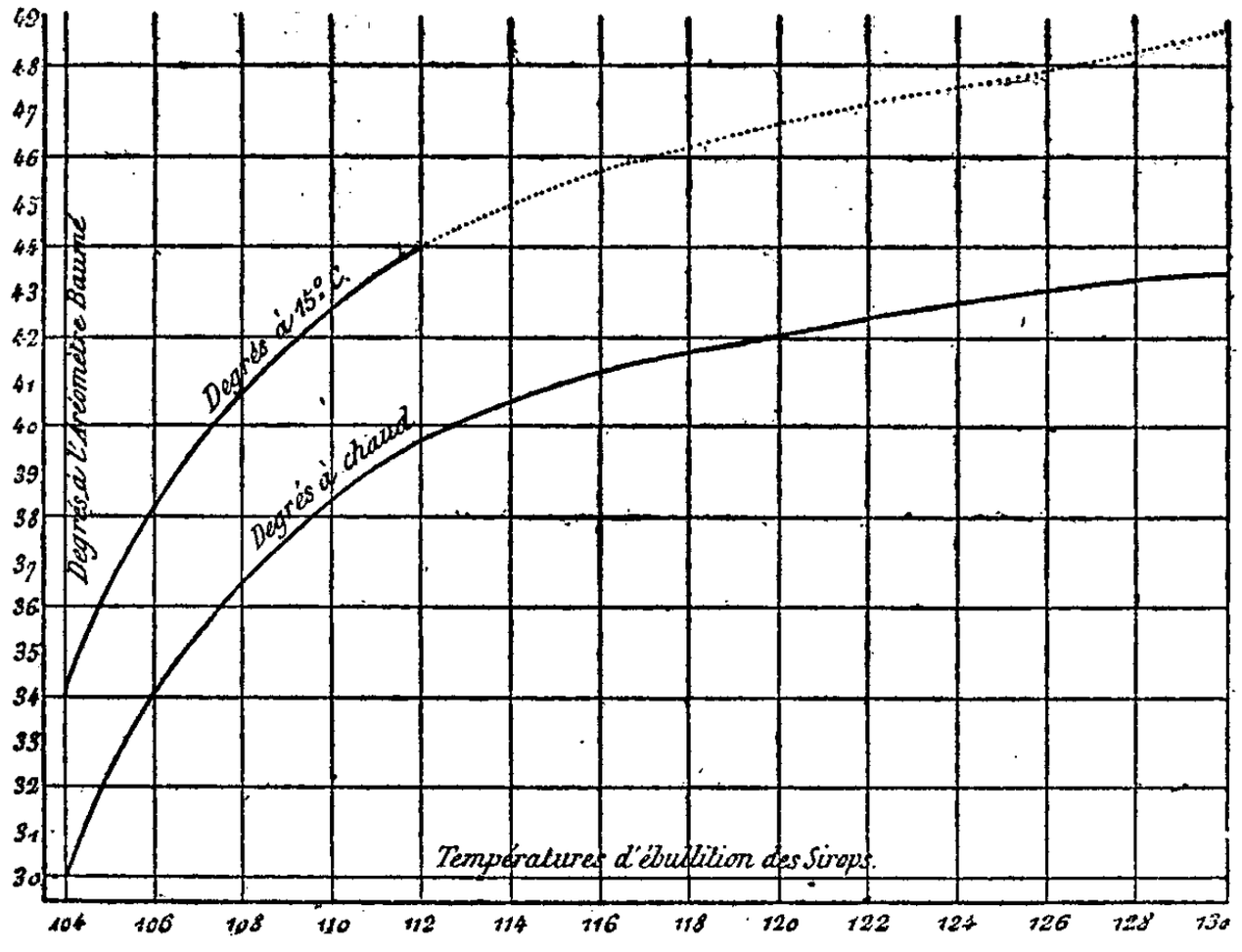


Fig. 88.

dustrie, à cause de l'influence des variations de la pression atmosphérique, on ne pourra employer cette table que pour les sirops concen-

trés (34 à 44° Baumé à 15° C.), sur lesquels ces variations ont moins d'importance.

TABLE II.

Températures T.	DEGRÉ A L'ARÉOMÈTRE BAUMÉ		DEGRÉ AU DENSIMÈTRE CENTÉSIMAL	
	A la température observée.	A 15° C.	A la température observée.	A 15° C.
105° centig.	33.20	37.25	129.90	134.80
105.5	34.20	38.30	131.06	136.13
106	35 »	39.12	132 »	137.20
106.5	35.50	39.65	132.63	137.80
107	36 »	40.16	133.25	138.55
107.5	36.50	40.68	133.85	139.25
108	37 »	41.12	134.47	139.84
108.5	37.50	41.73	135.10	140.80
109	37.90	42.10	135.62	141.20
109 5	38.25	42.50	136.07	141.80
110	38.50	42.80	136.40	142.15
110.5	38.75	43 »	136.70	142.44
111	39 »	43.32	137.03	142.90
111.5	39.30	43.64	137.43	143.35
112	39.60	43.96	137.71	143.80
112.5	39.80	44.20	138.08	144.15
113	40 »	44.40	138.34	144.44
114	40.30		138.75	
115	40.60		139.14	
116	40.90		139.55	
117	41.20		140 »	
118	41.35		140.30	
119	41.60		140.50	
120	42 »		141.05	
125	42.80		142.16	
130	43.50		143.15	

(Au dessus de 43° B. à 44° on ne peut plus faire l'observation aréométrique à froid. On peut déterminer les résultats par le calcul.)

Nous avons constaté dans nos essais pour la détermination de nos tables que dans les dissolutions concentrées de sucre, pour les limites indiquées (34 à 44° Baumé à 15° C.), pour une différence de température de 1° centig., on a une différence correspondante de 0° 045 à l'aréomètre de Baumé. Ce nombre, qui représente la moyenne des résultats d'un grand nombre d'expériences, nous a paru constant entre ces limites de concentration. On pourra avec lui calculer le degré des dissolutions sucrées concentrées à une température quelconque, connaissant le degré aréométrique à une température donnée.

Dutrone admettait qu'à la température de 27° 5 centig., cinq parties de sucre et trois d'eau donnaient une dissolution saturée; le titre correspondant était 62,50 °/₀ sucre, 37,50 d'eau ; la température d'ébullition de cette dissolution était 103° 89 C. Il admettait aussi qu'en soumettant à l'évaporation ce sirop, ce qui augmentait progressivement sa température d'ébullition, et le refroidissant ensuite à 27° 5, il devait se déposer une proportion de sucre égale à celle de l'eau évaporée, ce qui est inexact (pour 37,5 d'eau évaporée, il aurait dû se déposer 62,50 de sucre), et c'est sur cette base qu'il a calculé les nombres de la table que le *Traité de fabrication et de raffinage du sucre de Walkoof* (deuxième édition française traduite de l'allemand), reproduit encore en 1875. — Nos résultats prouvent que la base des déterminations de Dutrone est fausse sous deux rapports, et que les tables qu'il en a déduites sont erronées. Nous trouvons à 27° 50 centig., que le sirop saturé contient 67,70 de sucre, 32,30 d'eau et qu'il marque 35° 90 à l'aréomètre de Baumé à cette température, et 36° 46 à 15° C.

Les résultats consignés ci-dessus ont une importance très-grande dans la fabrication du sucre candi, laquelle est très-développée à Nantes et dans le nord de la France, ainsi qu'en Belgique et en Allemagne.

La publication des tables inexactes de Dutrone dans les derniers ouvrages français et étrangers les plus estimés, prouve qu'il existait une lacune dans l'étude de la cristallisation du sucre, lacune que vient combler la note présente.

L'auteur a appliqué à la pratique industrielle les résultats scientifiques qu'il a obtenus et se propose de faire paraître dans le *Bulletin de la Société industrielle du nord de la France* un complément de cette étude, dans lequel il examinera la production du sucre incristallisable dans la fabrication du sucre candi et son influence sur le rendement en sucre raffiné. Aucune publication sérieuse n'a encore paru jusqu'à présent sur cette intéressante industrie.

M. ALFRED RENOUARD, FILS

Ingénieur civil, filateur de lin, à Lille.

DÉSAGRÉGATION DES LINS PAR VOIE CHIMIQUE

Deux raisons majeures ont amené les chimistes à s'occuper du problème de la désagrégation des lins, tout d'abord l'action insuffisante des diverses méthodes de rouissage rural, puis les inconvénients inhérents à l'emploi des systèmes actuels.

Chacun sait que les fibres dont nous parlons ne sont autre chose qu'une série de tubes vasculaires à interstices, réunis entre eux par une matière gommeuse. La composition de cette matière a été longtemps inconnue.

Berthollet l'appelait « matière colorante jaune ».

Kirvan la définissait « une résine d'un genre particulier, et qui diffère des véritables résines en ce qu'elle n'est pas soluble dans les huiles essentielles ».

Les traités classiques la définissent tout simplement « gomme-résine » ou « matière gommo-résineuse » du lin.

M. Kolb a enfin prouvé, dans une série d'expériences très-remarquables, que la substance gommeuse qui relie les fibres du lin entre elles n'était autre chose que la *pectose*.

Selon lui, le rouissage paraît avoir pour but de déterminer la *fermentation pectique* et de transformer la pectose en *pectine*, qui se dissout, et en *acide pectique* insoluble qui reste fixé mécaniquement aux fibres.

Il résulte de là qu'après tout rouissage, une certaine partie de la matière gommeuse a disparu, mais que, sur les tubes des fibrilles devenues plus indépendantes les unes des autres, se trouve un dépôt d'écailles brillantes, inégalement disséminées, constituées par l'acide pectique. Le broyage et le teillage, qui viennent ensuite, n'ont pour objet que de briser la chènevotte que le lin entoure, et comme, sauf dans les lins de prix, ces procédés n'obtiennent qu'imparfaitement ce résultat, il en résulte qu'une quantité considérable de paille reste attachée aux fibres.

D'où l'on peut inférer qu'après toutes les opérations rurales adoptées aujourd'hui par le travail du lin, on livre à l'industrie des produits qui ne sont pas, comme la laine ou le coton, constitués par des fibres pures bien séparées les unes des autres, mais une matière complexe comprenant principalement :

1° Les fibres naturelles du lin ;

2° Des parcelles d'acide pectique, qui se présentent sur le lin sous forme d'écailles d'apparence résineuse ;

3° Des parcelles de chènevotte, collées aussi sur les fibres, et que le teillage n'a pu enlever.

C'est afin de savoir s'il n'était pas possible d'enlever cet acide pectique, et, par suite, la chènevotte, qu'un grand nombre de procédés de désagrégation ont été essayés. Mais on voulait aussi, comme je l'ai dit, substituer une méthode moderne et plus correcte à des systèmes trop souvent empiriques, entachés de mille inconvénients, et qui nous viennent pour le moins des Chinois ou des Egyptiens.

Parmi ces inconvénients, je signalerai surtout :

1° *Les avaries* que le lin peut éprouver dans l'eau *par suite d'orage.* En effet, bien que le rôle de l'électricité n'ait jamais été exactement déterminé, on ne peut en nier l'influence. La fermentation, en cas d'orage, devient alors tellement active, qu'il peut s'ensuivre la destruction de la fibre elle-même. Le cultivateur a à peine le temps de retirer son lin.

2° *Le transport pénible de la matière mouillée.* En effet, dans le rouissage à l'eau courante, il est extrêmement difficile de retirer le lin des *ballons ;* dans le rouissage à eau dormante, un ouvrier est obligé de descendre dans l'eau croupie de la fosse pour ramener à lui les faisceaux ; à l'aide d'un croc, il délie les bottes et distribue les poignées une à une à un autre ouvrier placé sur le bord du routoir : la présence de deux hommes pour un pareil travail constitue en outre une dépense exagérée.

3° *L'étendage,* travail qui répugne aux ouvriers d'aujourd'hui.

4° *Les accidents,* coups de vent, etc., pendant l'égouttage ou l'étendage.

5° *La pluie,* pendant ou immédiatement après l'étendage. Au sortir de l'eau, les tiges sont tellement faibles qu'elles peuvent se briser comme si elles étaient pourries : en se séchant, elles retrouvent toute leur force. Elles sont recouvertes, après rouissage, d'une matière visqueuse, que les cultivateurs appellent *la graisse du lin,* matière qui donne au filament qui peut l'absorber une souplesse et une douceur très-recherchées. Lorsque la pluie arrive au moment de l'égouttage, elle agit sur les tiges en les débarrassant de cette substance.

6° *La nécessité d'ajourner les travaux de culture* des terres sur lesquelles on étend les pailles.

7° *La destruction partielle des poissons,* renouvelée deux fois chaque année.

8° L'odeur *incommode,* quoique non délétère, des eaux de rouissage. (Voir à ce sujet les expériences des docteurs Marc, Parent Duchatelet, Dalbis du Salze, Andral, etc.)

PROCÉDÉS EMPLOYÉS SUR UNE GRANDE ÉCHELLE. — Parmi les procédés employés en grand, qui ont eu pour but de substituer un mode de rouissage manufacturier, régulier et rapide, à la méthode empirique qui a cours dans nos campagnes, nous avons surtout à signaler :

1° Le système Schenck, à l'eau chaude, dit *méthode américaine,* procédé importé d'Amérique à Belfast, en 1846, par MM. Bernard et Cock, ingénieurs français, et le seul qui survive encore aujourd'hui dans une manufacture anglaise (à Selby, près Leeds), à douze autres établissements de systèmes similaires. Il consiste à faire macérer le lin

dans une eau dont on élève peu à peu la température au moyen de la vapeur, et qu'on maintient quelque temps au même degré (90° F, soit 32° 2 C).

MM. Bernard et Cock mirent leur système en pratique sur une vaste échelle dans leur usine de Cregagh, près Belfast, où M. Payen fut envoyé pour étudier les divers systèmes de rouissage anglais. Leur procédé était alors connu sous le nom de *Schenk's patent system of steeping flax* (système breveté de Schenck pour le rouissage du lin), et fut appliqué dans deux autres établissements l'année suivante, particulièrement chez M. Handoffer, à Crièvе, qui le modifia un peu.

Perfectionné dans le nord de la France par M. A. Scrive, le système de Schenck fut appliqué quelques années par cet industriel dans son usine de Marcq-en-Barœul, où il était connu sous le nom de *système Scrive.*

2° Le *système Watt,* qui consistait à traiter le lin par la vapeur dans une cuve fermée, puis à en faire passer les tiges entre plusieurs séries de cylindres qui en extrayaient environ 80 °/₀ de matières liquides par la pression qu'ils exerçaient. Le système Watt, ingénieusement modifié, a surtout été exploité dans l'usine de M. Lendbetter, en Irlande.

3° Le *système Dellisse*, appliqué pendant deux années dans une usine des environs de Paris, à la même époque que le procédé Watt, consistait à traiter le lin par la vapeur surchauffée dans d'énormes chaudières autoclaves en fer. Ce procédé fut reconnu mauvais, en ce sens que l'oxyde de fer, qui colorait la filasse était un obstacle insurmontable au blanchiment des fils qu'elle produisait.

4° Le *système Cator,* dans lequel le lin, soumis à des jets d'eau bouillante ascendants et descendants, était en même temps brisé et secoué de tous côtés par une machine spéciale. Cette machine a fonctionné à Selby, en Angleterre, durant une année ; la filasse, par cette méthode, était assez médiocrement travaillée, et revenait un tiers au moins plus cher que par les procédés ruraux.

5° Le système Terwangne, dit *mode français par fermentation continue,* appliqué par l'auteur lui-même, aussi souvent qu'il pouvait, dans les campagnes des environs de Lille, et qui fonctionna pendant quatre années chez M. Pesnel à Bernay (Eure), depuis 1858, fut continué deux années durant sous la raison sociale Pesnel, Lejeune et Cie, puis, jusqu'en 1869, chez MM. Brigot et Cie, leurs successeurs. Il consistait à traiter le lin dans des cuves en bois, au fond desquelles on jetait de la craie pour saturer les acides qui se formaient, et du poussier de charbon de bois pour absorber les gaz putréfiants ; au moyen de la vapeur, on élevait graduellement la température, qu'on maintenait pendant quelques heures à un degré constant d'environ 30° C.

6° Enfin le *système Lefèbure,* où le lin non roui et dépouillé de sa paille était soumis à l'action de bains successifs et répétés de carbonate de soude et d'acide sulfurique étendu. Le trop grand nombre de bains et la répétition des transports de paille rendaient trop élevée la main-d'œuvre de ce système ; la cherté des produits qui sortaient de l'usine Lefébure, à Bruxelles, en amena la mévente et forcèrent cet établissement à s'arrêter au bout de quelques années.

PROCÉDÉS MIS A L'ESSAI. — L'action de l'eau chaude ou froide tombant d'une certaine hauteur ; celle de la vapeur à diverses pressions ; l'enfouissement des tiges ; l'arrosage ou la mise en tas de ces tiges pour les rouir par fermentation, en aidant l'opération au besoin par un ferment ; le traitement des pailles, soit à chaud, soit à froid, par la chaux délayée dans l'eau, l'acide sulfurique, etc., ont été successivement employés en vue du rouissage du lin. L'acide sulfurique surtout est un des premiers agents dont on ait fait usage sur le lin pour amener la dissolution rapide de la matière gommeuse qui l'attache à sa paille. Un procédé de ce genre, entre autres, expérimenté en grand à l'Ecole polytechnique sous la direction de M. Rouchon, après avoir semblé tout d'abord amener les meilleurs résultats, fut finalement reconnu comme peu pratique. Il en fut de même du procédé Bralle (dissolution de savon vert en ébullition) expérimenté sous le premier empire en présence de Monge, Berthollet et Tessier, auquel on trouva du premier coup une telle valeur qu'on en fit l'objet d'une circulaire spéciale ministérielle, et qui, en dernier lieu, a été regardé par son auteur lui-même comme extrêmement défectueux. Mais, bien avant Bralle et Rouchon, la question de rouissage manufacturier avait été à l'ordre du jour.

Les premières expériences eurent peu de retentissement, elles remontent à 1787, époque où Lillikreuser et Planquist essayèrent de convertir le lin en coton par une ébullition de quelques moments dans une dissolution de potasse caustique et par un passage dans un bain de savon.

Ces essais furent repris en 1774 par Bayly, de Hope, près Manchester. D'énormes quantités de matières brutes furent traitées à cette époque par une méthode indiquée par lady Morgan (1) et qui consistait à faire bouillir la fibre dans un bain d'eau alcaline, puis à la faire sécher.

L'année suivante, en Suède, le baron Meiding essayait la *cotonisation* du lin par l'action d'un bain alcalin concentré, et, en 1780, un établissement se montait à Berchtolsdorf, près Vienne (Autriche), pour l'exploitation d'un procédé du même genre. Cette usine disparut bientôt.

(1) *Lettres* de lady Morgan à la *Société des Arts* (1775).

Le comte Berthollet fut le premier qui, en 1799, indiqua en détail (1) une manière d'opérer pour donner au lin et au chanvre les apparences du coton. Les expériences ne furent pas continuées.

D'après quelques documents anglais qui nous restent sur cette matière, nous voyons que des tentatives de cotonisation furent faites, en 1788, par un nommé Haay, demeurant près de Presbourg ; en 1801, par Kreutzer ; en 1803, par un fabricant appelé Gobell ; en 1811, par Stadlar, Haupfer, Sigalla, tous noms inconnus ; en 1816, par Lokou, etc. Il paraît, d'après ces mêmes documents, que la principale cause qui fit échouer ces innovations fut la jalousie et l'opposition des manufacturiers des environs, jointes au refus des populations de porter aucun tissu qui pût être fait d'un lin cotonisé.

Quoi qu'il en soit, les expériences de Berthollet, reprises en Angleterre en 1851, amenèrent la découverte d'un produit, soi-disant nouveau, auquel on donna le nom de *flax-coton*. On crut à la solution d'un problème longtemps cherché, mais bientôt, en examinant sérieusement le procédé, on put se rendre compte qu'il n'y avait ni avantage économique, ni progrès technique à attendre de l'emploi de la nouvelle matière. Après le flax-coton, nous avons le *fibrilia,* de Jonathan Knowlès, qui amène aux mêmes résultats; puis une multitude de procédés plus ou moins ingénieux, parmi lesquels les plus saillants sont ceux de Bower, par les agents chimiques et le vide, du professeur belge Scheidweiler par les ferments, de Blet par l'urée, etc., etc., qui n'ont eu pour effet que de montrer l'énorme importance de la question de désagrégation au point de vue industriel.

A mon sens, ce qui surtout, chez ces auteurs, a amené l'insuccès de leurs méthodes, c'est qu'ils se sont plus préoccupés de la *cotonisation* du lin que de la *désagrégation* proprement dite des fibres. C'est ici surtout qu'il faut distinguer. *Cotoniser* est impossible, car, en réduisant le lin en fibrilles infimes, on lui retire sa consistance et sa vertu, et on ne le transforme pas le moins du monde en coton, dont les poils, plats et contournés en forme de 8 successifs, seront toujours essentiellement différents et ne pourront jamais être assimilés d'une manière parfaite aux fibres cylindriques du lin ; *désagréger,* au contraire, est toujours possible, car on ne veut alors que perfectionner l'action du rouissage, enlever plus d'acide pectique qu'on ne le fait par le système actuel, et en laisser autour des filaments la quantité qui leur est *indispensable* pour se maintenir entre eux.

PRINCIPES DE LA DÉSAGRÉGATION. — Nous venons de voir, par les lignes qui précèdent, que l'acide pectique restait toujours fixé aux fibres

(1) *Journal de l'Ecole polytechnique* (1799) et *Eléments de teinture* du même (p. 258).

après le rouissage. Actuellement, les procédés mécaniques de la filature employés pour l'enlever, en brisant successivement les fibres, n'obtenaient qu'un résultat partiel, mais complétement insuffisant.

Ce fait avait servi de base à la grande découverte de Philippe de Girard : l'emploi de l'eau chaude pour filer le lin, emploi qui seul a permis d'obtenir, avec des lins de haut prix, les nos 300, 350 et même 400 (anglais), qui sont l'extrême limite des fils mécaniques. Dans son brevet de 1810, Philippe de Girard avait même été plus loin, mais n'avait pas été suivi, il disait que « la substance qui unissait ces fibres pouvait être facilement enlevée par divers agents; l'eau chaude la ramollissait et la dissolvait à la longue, surtout si l'air se joignait à son action ; les lessives alcalines chaudes l'enlevaient presque instantanément, etc. »

Mais actuellement, en suivant les procédés de filage à l'eau chaude seule, la désagrégation des fibres du lin n'est faite que partiellement et les résultats sont eux-mêmes limités.

Un appareil inventé par un filateur de Lille, M. Verdure, employé dans quelques-uns de nos établissements, et dont le but est d'imbiber d'eau chaude, à l'état de vapeur, les bobines de préparation avant de les livrer au métier à filer, est dû à la même direction dans les idées. Mais ce procédé, dont les données théoriques étaient mal connues lors de sa découverte, a donné dans certains points de bons résultats, dans d'autres des résultats nuls. Il ne pouvait, en effet, enlever tout l'acide pectique dans les conditions où on le faisait fonctionner; il le ramollissait tout simplement. L'opération, par cette méthode, ne dure que 10 minutes ; or le lin, pour être débarrassé complétement de son acide pectique dans une eau alcaline, doit subir 6 à 10 heures de bouillage : M. Kolb a prouvé qu'il fallait 2 à 3 jours dans l'eau chaude pure, et que l'acide pectique ne se dissolvait nullement dans l'eau froide.

Ecloses sous une même idée, ces deux découvertes prouvent que nous avions raison quand nous considérions l'acide pectique comme le grand ennemi de la filature de lin ; c'est lui qui rend la matière impure et chargée, c'est lui, par conséquent, qui empêche de filer le lin à des numéros élevés et égaux à ceux du coton. Donc il faut l'enlever et tenter d'obtenir la *désagrégation* complète des filasses, pour que les fibres, parfaitement séparées les unes des autres, jouissent alors de toutes leurs propriétés spéciales (finesse, douceur, élasticité), qui doivent en permettre la filature rationnelle et économique. Pour cela, il est nécessaire d'abandonner la voie actuellement suivie, et en profitant d'un matériel dont les richesses sont incalculables, obtenir l'enlèvement de l'acide pectique par un autre procédé.

Nous basant sur des observations déjà faites par un ingénieur de Lille, M. Cornut, nous avons considéré, dans les procédés clas-

siques de crêmage du fil, quelles étaient les opérations qui avaient avant tout pour but la dissolution de la matière gommo-résineuse du lin. Laissant de côté le chlorurage, qui n'a en vue que le blanchiment, nous avons envisagé les procédés de décreusage. Aujourd'hui, décreuser le fil, disent nos traités élémentaires, c'est « lui enlever son acide pectique, dont l'insolubilité est absolue dans l'eau ; il s'agit de dissoudre rigoureusement cette matière résineuse contenue dans le fil sans en altérer la fibre : on obtient ce résultat en faisant bouillir les fils pendant 7 à 8 heures dans un bain d'eau chargée d'alcalis, etc. »

Or, pourquoi ne pas faire cette opération de décreusage, c'est-à-dire l'enlèvement partiel de l'acide pectique sans altération de la fibre sur le lin brut et simplement teillé ?

Objectera-t-on qu'en traitant ainsi les lins, on va détériorer ou même détruire la fibre par les alcalis et l'eau bouillante ? Non, car la fibre du lin est de la cellulose végétale pure, qui n'est nullement attaquable par une dissolution alcaline étendue et bouillante, tandis que l'acide pectique insoluble se trouve au contraire transformé par réaction en acide métapectique soluble qui se dissout.

Si la détérioration des fibres avait lieu dans le décreusage, ce ne serait pas contre ce procédé que devrait s'élever l'objection, ce serait contre la méthode de décreusage actuellement suivie. Aujourd'hui, comment agit-on ? Une fois les fibres enroulées les unes autour des autres, par la torsion, il faut aller enlever dans l'intérieur même des fibres cette matière étrangère pour la dissoudre. Pour ainsi faire, il faut employer des ingrédients plus puissants, et pourtant le fil n'est pas désagrégé, l'expérience nous prouve que sa perte de force dynamométrique est faible.

En supposant même que, par ce procédé, il se trouve parfois des fibres par trop désagrégées, ce qui peut arriver pour les fils crêmés eux-mêmes, qu'adviendrait-il ? Toutes les séries de métiers préparatoires qui précèdent en filature le métier à filer proprement dit, seraient là pour réparer ce défaut, car les filaments atteints se casseraient, se briseraient et tomberaient en déchets. Actuellement, ce remède n'existe pas pour les produits manufacturés.

Nous entendons déjà certains praticiens nous dire que le décreusage des lins ne pourrait faire que diminuer la force des fils. C'est tout le contraire qu'il faudrait affirmer. Par le crêmage moderne, on va chercher l'acide pectique pour le dissoudre dans les interstices que la torsion laisse au travers des fibres ; or, rien ne venant remplacer la matière qu'on retire, ces vides diminuent la cohésion des brins. Dans les fils provenant des lins décreusés, l'opération étant en partie supprimée, ce défaut ne peut avoir lieu.

D'après ce qui a été dit jusqu'ici, on a vu que le procédé de désagrégation que je préconise n'est autre chose que l'application raisonnée d'une partie des procédés actuels de crêmage à la matière brute préparée. On me dira qu'au point de vue de l'invention proprement dite, ce procédé n'est pas une découverte. Je l'accorde volontiers. Aussi n'est-il donné que comme une application fructueuse, et ceci ne nous prouve qu'une chose, c'est que le voile qui recouvre certaines idées est d'autant plus difficile à soulever que ces idées sont plus simples.

DÉSAGRÉGATION. — Par ce procédé, le débouillissage peut s'opérer : 1° soit sur du lin en paille n'ayant subi encore aucune préparation ; 2° soit sur des lins déjà rouis et teillés.

Lorsqu'il s'agit des lins en paille, on commence par les broyer très-fortement, lorsqu'ils sont bien secs, sous une machine quelconque, de façon à faire disparaître la partie de la chènevotte qu'il est possible d'enlever, et aussi pour laisser la fibre proprement dite plus exposée à l'action des ingrédients chimiques.

Ces fibres sont ensuite placées dans un bain alcalin bouillant pour être soumises au décreusage. Mais comme, dégagées de leur chènevotte, elles n'ont plus de raideur et tendent à se mêler, on a recours, pour empêcher ce défaut, à un procédé des plus simples. On divise les filaments en petites poignées de 100 à 200 grammes ; on les réunit par trois liens de caoutchouc, dont un au milieu et deux aux extrémités, et on place le tout debout dans la cuve. Dans ce cas, si les fibres sont prises par un courant ascendant, elles forment des boucles sur chacune desquelles elles prennent un point d'appui, pour revenir à leur position primitive lorsque le courant est passé ; si elles sont prises par un courant descendant, elles prennent une position inverse du côté opposé.

Lorsqu'on juge l'opération du décreusage terminée, on sort les poignées de l'appareil, on les trempe dans des baquets contenant de l'eau acidulée par un peu d'acide sulfurique (je compte employer plus tard l'acide chlorhydrique qui est moins dangereux) afin d'enlever par saturation les parcelles de carbonate de soude qu'elles pourraient contenir, puis, après les avoir bien rincées, on les fait sécher.

On remarque alors que la plus grande partie de la chènevotte est restée dans la lessive ; que les fibres sont bien divisées, très-fines, et qu'un simple battage à la main suffit pour leur rendre leur souplesse. Voici des échantillons de lin ainsi traités.

Les détails que je viens de vous donner s'appliquent au traitement des lins rouis et teillés par les méthodes rurales, il suffit de diminuer la quantité de carbonate et la durée du décreusage.

MM. Six frères, blanchisseurs à Moulins-Lille, avaient autrefois es-

sayé d'appliquer les procédés de blanchiment au lin en paille, au lin teillé et non roui comme au lin roui et teillé. Le seul obstacle qu'ils n'avaient jamais pu surmonter était l'emmêlage des fibres, auquel ils essayaient de remédier par un système très-compliqué de claies superposées les unes aux autres. On a vu comment, par le procédé que nous préconisons, on parvenait à annuler cet inconvénient, et c'est là surtout un des points capitaux de la méthode.

Je n'examinerai pas avec vous, Messieurs, les détails du prix de revient de cette méthode, car il me serait indispensable d'entrer dans des considérations techniques de filature qui n'auraient pas ici leur place. Tout praticien peut d'ailleurs s'en rendre compte, en supposant comme point de départ la perte en évaporation d'un lin ordinaire (soit de 120 fr. % k.) comme étant de 12.43 après bouillissage, et 6.27 après battage, moyennes qui nous ont été données après un grand nombre d'expériences, et en considérant que les étoupes provenant d'un lin décreusé ont une valeur beaucoup plus grande que celles qui viennent d'un lin qui ne l'est pas.

Telles sont, Messieurs, les données que j'avais à vous exposer sur une méthode que, parfois, j'applique dans mon établissement, et surtout pour tirer un plus grand parti de lins médiocres qu'il est possible de transformer en lins plus fins pour les mélanger avec d'autres. Les métiers actuels de filature étant construits en vue de travailler une matière très-chargée de gomme, il n'est pas possible, à moins de les transformer complétement, d'employer exclusivement la méthode de désagrégation : c'est surtout là ce qui en retardera la mise en pratique, à l'exclusion du rouissage rural. Mais comme, en dehors de toute considération de mécanique, ce procédé, au point de vue purement chimique, est devenu une méthode acquise, j'ai pensé qu'il serait intéressant de vous en exposer les principes, et de vous signaler surtout les conséquences qu'elle peut avoir dans la suite au point de vue du blanchiment des fils et de la teinture des tissus.

M. A. BÉCHAMP

Professeur à la Faculté de médecine de Montpellier.

SUR DEUX PRINCIPES NOUVEAUX DES VINS

EXTRAIT DU PROCÉS-VERBAL

— Séance du 25 août 1875. —

M. Béchamp fait connaître que les vins rouges, ainsi que les vins blancs, contiennent deux substances nouvelles, l'une et l'autre dextrogyres. L'une, qu'il nomme *matière dextrogyre A*, et qu'il a découverte en 1862, est d'apparence gommeuse.

Elle réduit, sous l'influence de certains agents, la liqueur cupro-potassique. L'autre, *matière dextrogyre B,* est un acide. Elle réduit le réactif cupro-potassique dans les mêmes conditions que le sucre de raisin. Il résulte de ces observations que l'on ne peut doser le glucose dans le vin, soit par le saccharimètre, soit par la méthode de la liqueur cuivrique. Le dosage du sucre dans le vin, par ces moyens, est rendu impossible, parce que l'on ne connaît pas encore les circonstances dans lesquelles la matière dextrogyre A s'y modifie et devient capable de réduire le réactif cupro-potassique. Dans l'état actuel, seule la fermentation peut permettre de doser le sucre contenu dans le vin.

M. A. BÉCHAMP

Professeur à la Faculté de médecine de Montpellier.

SUR LES DEXTRINES

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 25 août 1875. —

M. Béchamp rappelle que, depuis les recherches de Biot, Payen et Persoz, les auteurs n'admettent l'existence que d'une seule dextrine.

Ils ont confondu sous ce nom plusieurs substances différentes, même la fécule soluble. M. Béchamp fait voir qu'après la fécule soluble, d'autres modifications de la matière amylacée peuvent être produites sous l'influence des mêmes agents transformateurs, acides ou diastase, et dont le pouvoir rotatoire, inférieur à celui de la fécule, est compris entre 202 et 120 degrés à droite. Il n'a pu isoler, à l'état de pureté, que les deux termes extrêmes.

Les dextrines sont toujours solubles ; elles diffèrent de la fécule soluble par leur pouvoir rotatoire, et en ce qu'elles ne sont pas précipitées par l'eau de baryte. Elles réduisent le réactif cupro-potassique, mais à une température plus élevée que le glucose, caractère qui les distingue encore de la fécule soluble ; enfin, elles ne sont pas fermentescibles par la levûre de bière. Comme la fécule, mais plus difficilement, elles sont saccharifiables par la diastase.

M. Musculus avait cru démontrer que la fécule se dédoublait en deux équivalents de dextrine et un équivalent de glucose, sous l'influence de la diastase, mais que cette zymase est incapable de saccharifier la dextrine. L'ensemble du travail de M. Béchamp montre quelle est la cause de l'erreur de M. Musculus.

M. A. BÉCHAMP

Professeur à la Faculté de médecine de Montpellier.

SUR LES ÉTATS ALLOTROPIQUES DE LA FÉCULE

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 25 août 1875. —

M. Béchamp, se reportant aux connaissances que l'on possède sur le sujet de sa communication, fait observer que l'histoire chimique de la fécule

a été obscurcie dans ces derniers temps. Ainsi M. Naezoli a été jusqu'à émettre l'opinion que la fécule est formée de cellulose et d'une matière qu'il nomme *granulose,* et qui seule serait colorable en bleu par l'iode. Dans des ouvrages récents, on trouve encore reproduite une vieille erreur de Schleider, à savoir : la conversion de la cellulose en amidon sous l'influence de l'acide sulfurique. M. Béchamp rappelle qu'il y a longtemps il a démontré que la cellulose et sa modification soluble sont également inactives, tandis que la fécule et ses modifications sont dextrogyres, avec un pouvoir rotatoire très-grand.

Quant aux granules de fécule et d'amidon, le travail de M. Béchamp démontre qu'indépendamment d'une petite quantité de matière azotée, ils ne sont formés que d'une seule substance, la *matière amylacée,* dont le pouvoir rotatoire, à droite, est de 211 à 212 degrés. Pour ce qui concerne des particularités signalées par certains expérimentateurs, elles tiennent à ce que la fécule peut se présenter à nous sous divers états allotropiques, dans lesquels les propriétés ordinaires sont voilées. M. Béchamp a fait connaître cinq de ces états, qu'il désigne par les lettres grecques α, β, γ, δ, ε. La *fécule* α est l'état sous lequel la matière amylacée existe en majeure partie dans les granules de fécule de pomme de terre. La *fécule* γ est l'état de la fécule inattaquable par la diastase et non directement colorable en bleu par l'iode : c'est cet état que l'on a pris pour de la cellulose. La *fécule* ε est l'état sous lequel la fécule est devenue définitivement soluble dans l'eau froide et que l'auteur avait depuis longtemps fait connaître sous le nom de *fécule soluble.*

Tous ces produits ont le même pouvoir rotatoire, et M. Béchamp fait connaître le moyen indirect qui lui a permis de déterminer ce pouvoir pour les états allotropiques insolubles de la fécule.

M. V. DESHAYES

Ingénieur civil des mines aux aciéries de Terre-Noire (Loire).

SUR L'EMPLOI DU SPECTROSCOPE DANS LE PROCÉDÉ BESSEMER

— Séance du 25 août 1875. —

I. — HISTORIQUE.

Parmi les moyens en usage aujourd'hui pour suivre les opérations Bessemer, l'emploi du spectroscope semble l'un des plus pratiques pour déterminer avec précision le moment de l'arrêt de l'opération, et l'analyse spectrale a rendu déjà d'assez grands services à la science pure, pour qu'il soit permis d'espérer qu'elle en rendra encore de plus immenses dans l'industrie.

L'idée d'employer le spectroscope pour analyser la flamme du Besse-

mer, est due à M. W. Bragge, ingénieur à l'usine de MM. John Brown et Cie, à Scheffield, et M. Roscoë, à qui l'on attribue cette découverte, fut seulement chargé de l'étude elle-même de la flamme ; cet emploi se généralisa dans les aciéries anglaises, y fut ensuite abandonné, se transporta en Allemagne, en Suède, en Autriche et en Belgique ; ce n'est que depuis quelques années que son emploi en France se généralisa (1) et aujourd'hui il est peu d'usines françaises qui n'y aient recours, si ce n'est pour l'arrêt de l'opération, au moins pour la marche elle-même et toujours comme moyen de contrôle ; l'un des grands avantages de cette méthode est la continuité du phénomène à partir du moment où le spectre est nettement visible.

Un grand nombre d'observations faites à Terre-Noire, Bessèges, le Creuzot, Givors, etc., pendant l'année 1872 m'avaient déjà montré l'importance que l'on doit attacher à l'analyse spectrale de la flamme du Bessemer, étude qui n'est peut-être pas destinée à rester dans le domaine de la science pure. De nouvelles observations faites à Terre-Noire, depuis près de deux ans, ont confirmé les résultats fournis par les premières, et m'ont conduit à rechercher les relations qui peuvent exister entre le spectre du Bessemer, et les spectres d'éléments entrant en proportion plus ou moins grandes dans la constitution des fontes et des aciers.

II. — CHOIX D'UN SPECTROSCOPE.

Les spectroscopes des cabinets de physique étant des appareils trop délicats pour être mis entre les mains de contre-maîtres, on a construit des appareils à vision directe, dont les plus répandus sont ceux de M. Hoffmann, de Paris. Depuis quelque temps, M. Duboscq construit de petits appareils qui offrent de grands avantages sur les premiers, savoir : un volume restreint, un réglage facile, un champ visuel très-étendu depuis la raie K α du potassium jusqu'aux parties les plus réfrangibles. Nous l'avons employé à Terre-Noire et il donne d'excellentes indications. Toutefois on a laissé l'appareil de M. Hoffmann aux contre-maîtres, qui y sont maintenant habitués. A titre de comparaison, nous nous sommes également servi du spectroscope à genou et sans micromètre ; mais ce dernier ne peut rendre de grands services pour le Bessemer, la portion intéressante du spectre étant toujours entièrement vue avec les appareils à vision directe.

Le grand spectroscope à trois lunettes de M. Duboscq est trop compliqué pour servir à l'atelier, même pour des études, et nous préférons *l'appareil à vision directe et à micromètre,* dont l'installation est

(1) Le spectroscope a été employé à Terre-Noire dès 1864 par M. Valton, c'est la première usine qui en a fait usage en France.

simple et le réglage facile. C'est le seul que nous ayons employé pour les mesures et aussi dans le cas d'opérations délicates pour métal extra-doux. *(Voir aux conclusions.)*

III. — DESCRIPTION D'UNE OPÉRATION BESSEMER.

Supposons, pour expliquer les phénomènes qui se passent dans le convertisseur Bessemer, une fonte contenant environ °/₀ :

Fer.	91.825
Carbone.....	2.850
Silicium.....	2.145
Manganèse	3.180
	100.000

en laissant de côté les traces de soufre et de phosphore.

Nous allons considérer successivement la marche de l'opération :

1° Au point de vue de l'affinage et des réactions chimiques ;

2° Au point de vue de l'analyse spectrale.

I. Suivant l'usage consacré dans les aciéries, nous diviserons l'opération en deux périodes :

1re *Période.* — La fonte versée dans le convertisseur, on donne le vent. Parmi les éléments Fe, Mn, Si, C, le fer brûle dès le commencement, car il se trouve en proportion très-forte, et le silicium étant l'élément le plus oxydable brûlera le premier, pour produire de l'acide silicique, qui, étant un produit solide, ne donnera lieu à aucune flamme, mais au contraire à de nombreuses étincelles ; le manganèse s'oxyde également, mais en faible proportion pendant cette première période ; le carbone étant le moins oxydable des trois, on voit que cette phase sera caractérisée par :

1° Absence de flamme ;

2° Production d'étincelles ;

3° Absence de bouillonnement, puisqu'il ne produit pas de gaz carbonés.

Ceci est du reste en rapport avec les analyses de M. Snelus, citées ci-dessous et qui montrent que la proportion relative de carbone brûlé croît à mesure que l'opération s'avance, tandis que celle de silicium diminue.

2e *Période.* — Dès que le carbone commencera à brûler, la flamme deviendra plus vive, et un fort bouillonnement produit par l'oxyde de carbone sera nettement perceptible. Ce sera réellement la phase de décarburation, et pendant cette période, le silicium continuera à brûler, et le carbone passant à l'état d'acide carbonique et d'oxyde de

carbone (ce dernier étant en proportion de plus en plus grande à mesure que l'opération s'avance), nous aurons une flamme très-vive, un spectre visible, de sorte que ce dernier décélera la présence d'éléments entrant dans la constitution des fontes.

Cette période variera évidemment avec la teneur en carbone, mais toutefois sa durée sera toujours moins variable que celle de la première période, qui est toujours en rapport direct avec la teneur en silicium.

Il y a lieu, en effet, de remarquer que les fontes froides donnent une première période très-courte relativement à celle donnée par les fontes chaudes, tandis que pour les secondes périodes, les écarts sont relativement moindres.

Arrêt de l'opération. — La fin de la décarburation se trouve nettement indiquée par l'abaissement d'intensité dans la flamme, la disparition du bouillonnement ; à ce moment, le silicium et le carbone ne brûlent plus, le manganèse est passé à l'état d'oxyde combiné à la silice ou a été brûlé à l'état métallique, et le fer brûle en plus forte proportion que pendant tout le reste de l'opération.

Ainsi on peut dire que le silicium et le manganèse s'oxydent dans la première période, le manganèse et le carbone dans la seconde période, ainsi que le montrent les analyses ; et que le fer qui entre en proportion très-forte s'oxyde un peu pendant toute l'opération, mais surtout à la fin, quand le carbone est presque totalement brûlé.

Plus on voudra obtenir un métal doux, plus l'opération devra être poussée loin ; on devra également prolonger l'opération dans le cas de fontes chaudes, tandis que dans le cas de fontes froides on arrêtera plus tôt.

Après le renversement de la cornue, on ajoute du spiegel ou du ferromanganèse, pour désoxyder le bain, et la proportion ajoutée varie naturellement avec le métal à obtenir. Après cette addition, sort du col de cornue une flamme formée d'oxyde de carbone, de fer et de manganèse brûlant, qui sera longue dans le cas d'un arrêt tardif, courte dans le cas d'un arrêt prématuré, ce dernier donnant toujours un métal très-dur et cassant ; une flamme moyenne est ce que l'on doit chercher à obtenir. Il y a là un grand nombre de règles pratiques qui nous entraîneraient hors du cadre que nous nous sommes tracé, et nous allons chercher à montrer quel parti l'on peut tirer sur ce sujet, de l'analyse spectrale.

II. Considérons, en effet, les deux périodes indiquées plus haut et cherchons à expliquer la nature du spectre fourni par la flamme du Bessemer, pendant la première et la seconde période, qui sont aussi nettement séparées au point de vue spectral qu'au point de vue de l'aspect de la flamme.

L'analyse spectrale repose, en effet, sur 3 principes qu'il convient de rappeler en quelques mots :

1er *Principe.* — Quand la lumière provient d'un solide ou d'un liquide incandescents, on obtient un spectre continu sans raies brillantes ni obscures.

2e *Principe.* — Si la lumière vient d'une vapeur ou d'un gaz incandescents, le spectre est discontinu et montre une série de raies brillantes, dont la nature et la position dans le spectre indiquent les éléments contenus dans la vapeur ou le gaz incandescents.

3e *Principe.* — La lumière provenant d'une source quelconque, et traversant un gaz ou une vapeur obscurs, donne lieu à la formation de raies ou bandes d'absorption.

Nous allons trouver l'application de ces 3 principes dans le spectre fourni par la flamme du Bessemer.

1re *Période.* — Dans la première partie de l'opération, nous avons peu de gaz, une flamme peu éclairante et surtout des étincelles; d'après le premier principe, nous devons avoir, et c'est ce qui a lieu en effet, un spectre continu. De plus, comme la température n'est pas encore très-élevée, les parties les plus réfrangibles seront peu visibles. D'un autre côté, le spectre des particules solides contenues dans ce gaz l'emportant toujours sur le spectre du gaz lui-même, nous n'aurons pas de raies brillantes dans le cas où les étincelles seront très-nombreuses, ce qui explique pourquoi le spectre est continu pendant cette première période, quoiqu'il y ait déjà des gaz qui sortent du convertisseur Bessemer, mais sans flamme bien apparente.

2e *Période.* — Pendant la seconde période, la flamme devenue brillante se compose principalement d'azote et d'oxyde de carbone; ce dernier (ainsi que le montre les analyses de M. Snelus), l'emportant de plus en plus sur l'acide carbonique à mesure que l'opération s'avance, le silicium, comme nous l'avons déjà dit, continue à brûler en même temps que le carbone et le manganèse. Cette période est caractérisée par l'apparition nette de la raie du sodium, qui a lieu en ce moment parce que la flamme s'accentue; c'est là une simple coïncidence avec le commencement de la combustion du carbone.

Nous aurons pendant cette période, dite de décarburation, la superposition de trois spectres :

1° Spectre continu;
2° Spectre à raies brillantes;
3° Spectre à bandes d'absorption,

ce dernier, en particulier, se retrouvant toutes les fois que l'on a des

fontes très-chaudes, donnant lieu à des fumées obscures qui entourent la flamme et empêchent dans certaines usines d'employer le spectroscope.

Un spectre d'absorption existe assez nettement pour la flamme d'un gueulard de haut-fourneau, par suite de la présence de vapeur d'eau, mais nous ne l'avons pas dessiné.

A quoi sont dues les raies que l'on observe dans l'examen spectroscopique de la flamme du Bessemer? C'est là une question qui a été l'objet de nombreuses études, et je ne prétends pas aujourd'hui l'avoir résolue complétement, ne pouvant pas reproduire exactement les conditions de température et de pression de l'opération Bessemer. Il y a lieu pour cette étude de diviser le spectre observé en plusieurs groupes de raies, qui apparaissent et disparaissent généralement dans un ordre constant, sauf dans des cas de marche anormale.

Avec un spectroscope d'atelier (petit modèle Hoffmann ou Duboscq), on distingue facilement 4 groupes principaux de raies dans le vert, auxquels jusqu'alors, et à juste titre, on a attribué une très-grande importance; mais nous verrons par la suite que ce ne sont pas là les seules raies auxquelles on puisse avoir recours pour l'arrêt des opérations. Je désignerai les groupes de raies vertes par les nos 1, 2, 3, 4, en allant du jaune au bleu. On observe en outre la raie jaune du sodium, qui nous a servi toujours de point de repère pour le micromètre, puis les raies rouges de K — Li, et une série de raies dans le bleu, qui sont sensiblement équidistantes et forment une sorte de bande dégradée, jusque dans la partie la plus réfrangible.

L'ordre d'apparition et de disparition des raies du spectre est à peu près constant. Au commencement de la période de décarburation, on voit apparaître et disparaître la raie Na (α); lorsqu'elle est devenue fixe, le groupe 2 apparaît par éclairs pour devenir bientôt fixe à son tour; à ce moment le groupe 3 commence à s'apercevoir, se complète peu à peu en même temps que le groupe 4, et les raies bleues apparaissent; le groupe n° 1, qui persiste jusqu'à la fin de l'opération, se montre le dernier. On voit les raies rouges 37-38, en même temps que le groupe 4 devient net, et, dès que les dégradés du bleu à droite du groupe 4 deviennent nets, on voit le spectre se compléter par l'apparition des raies 57, 58, 59 et principalement 41 et 42, les raies rouges K (α) et Li α, etc... C'est seulement à ce moment que se voient les raies comprises entre 60 et 70. Je citerai, enfin, un dernier groupe de raies qui n'est visible que pendant un temps relativement court, dans les opérations très-chaudes, avec une fente assez large, et qui se trouve très-loin dans le violet.

Il y a lieu de signaler d'une manière particulière : 1° les raies 57,

58, 59, qui apparaissent presque à la fin de l'opération, persistant en général les dernières, même dans les opérations extradouces, où la décarburation est poussée très-loin ; 2° les raies 91,50 et 96,50, persistant avec toute leur netteté jusqu'à la fin ; 3° les raies 41 et 42 qui offrent un intérêt spécial, au point de vue de l'arrêt des opérations, et qui jusqu'à ce jour n'ont pas, je crois, été employées dans les usines.

Arrêt de l'opération. — D'une manière générale, les raies disparaissent à la fin de l'opération dans l'ordre inverse de leur apparition. Ainsi, on voit s'obscurcir successivement les groupes 4, 3, 2, les raies 37, 38, puis 41 et 42 et tout à fait à la fin le groupe n° 1. Le moment de l'arrêt varie évidemment avec la nature des fontes traitées, mais on peut dire d'une manière générale que pour obtenir un acier dur pour rails, on doit arrêter quand le groupe 2 a disparu et que le groupe 1 commence à s'obscurcir ; au contraire, dans les opérations pour acier doux on devra pousser l'opération jusqu'à disparition complète, sauf la raie du sodium.

A Gratz en Styrie (d'après M. Clérault, *Ann. des mines,* 1869), on a le n° 7 de l'échelle de Neuberg en arrêtant quand le groupe 3 a disparu, mais que 2 reste encore. On ajoute alors le spiegel, on relève la cornue en donnant le vent, le spectre reparaît presque complet et on arrête quand, les raies du bleu ayant disparu, le groupe 4 commence à s'obscurcir.

L'opération arrêtée au point voulu, on ajoute une proportion variable d'alliage de manganèse (à une teneur de 10 à 60 p. %), suivant les quantités respectives de manganèse et de carbone que l'on veut introduire dans l'acier. On voit alors, même sans relever le convertisseur, apparaître le spectre de la deuxième période à peu près complet.

Il nous resterait à parler des bandes obscures qui existent dans les opérations fumeuses (1) et donnent lieu à des disparitions et à des apparitions successives de raies. — Il y a en outre, dans le spectre du Bessemer, des portions qui paraissent obscures entre les raies 37-38-41-42, puis vers les groupes 2 et 3 ; mais ces bandes paraissent plutôt dues à un contraste de lumière qu'à la formation actuelle de bandes d'absorption. — Toutefois, on trouve dans la portion verte les mêmes bandes plus accentuées quand on étudie la flamme du gueulard d'un haut-four-

(1) Les fumées qui entourent la flamme dans certaines opérations sont, d'après les analyses de M. Pourcel, chef de service des aciéries de Terre-Noire, composées presque exclusivement de silice, protoxyde de fer et oxyde rouge de manganèse, ce dernier étant au moins de 30 %, dans le cas où la prise est faite dans la cheminée.

Des analyses des mêmes fumées, faites à Gratz (la prise étant faite dans le convertisseur, à 30 centimètres au-dessous de la gueule), ont donné : Silice = 34,86 — protoxyde de fer = 16,29 — protoxyde de manganèse = 48,23. On remarquera que l'oxyde rouge de manganèse est dû à une peroxydation au sortir de la cornue.

neau pendant un éteignage, ou la flamme d'un four à vent pendant un essai par voie sèche. Ces bandes paraissent devoir être attribuées à des gaz incomplétement brûlés et aussi à la vapeur d'eau.

IV.—DESCRIPTION DU SPECTRE DU BESSEMER ET DE QUELQUES AUTRES SPECTRES D'ÉLÉMENTS ENTRANT DANS LA CONSTITUTION DES FONTES.

Les observations faites en France, particulièrement dans les usines de Terre-Noire, nous ont permis de faire un relevé à peu près complet des raies ou bandes que l'on observe dans le spectre de la flamme du Bessemer pendant la deuxième période.

Ces raies sont désignées :

1° Par les numéros des divisions de l'échelle micrométrique auxquels elles correspondent ;

2° Par les longueurs d'onde d'après M. Lecoq de Boisbaudran, ou calculées en prenant pour point de départ des raies de longueurs d'onde connues ;

3° Nous avons indiqué, par les lettres α, β, γ, etc., l'ordre d'intensité respective des raies.

Nous avons, pour cette étude rapide du spectre du Bessemer, construit une courbe indiquant approximativement les rapports des divisions de notre micromètre aux longueurs d'onde, et, en outre, une table de conversion des divisions du micromètre en longueurs d'onde pour la portion intéressante du spectre du Bessemer.

Les longueurs d'onde, dans les descriptions qui suivent, sont exprimées en millionièmes de millimètre avec trois décimales, et nous avons supposé pour les calculer, ce qui est une faible erreur, que la courbe était une droite entre deux points de longueurs d'onde connues ; l'erreur ne porte, en général, que sur la deuxième décimale, jamais sur le nombre entier. Il y a là, certainement, une petite erreur ; mais il y a lieu de la négliger devant l'imperfection des moyens de mesure, surtout pour des flammes aussi vacillantes que celles que nous avons observées.

Nous ne nous sommes jamais astreint, dans les mesures, à évaluer plus du quart ou du cinquième d'une division, et les chiffres donnés ici sont la moyenne d'un très-grand nombre d'observations faites avec des fontes de nature variée, pendant une fabrication courante de dix-huit mois aux usines de Terre-Noire.

Le plus grand nombre d'observations a été fait sur des opérations pour acier dur de rails correspondant à une charge de rupture de 70 à 80 kil. par $^{m}/_{m}^{2}$ et 15 à 10 p. $^{0}/_{0}$ d'allongement de la rupture mesuré sur 100 $^{m}/_{m}$. Les opérations pour acier doux que nous signalons dans ce

mémoire ont été moins nombreuses et ont fourni des aciers ayant une résistance moyenne de 50 kil. et 25 p. °/₀ d'allongement, mesuré également sur 100 $^{m}/_{m}$. Par exception, nous avons suivi des opérations pour acier demi-doux à 65 kil. et 20 p. °/₀.

Un grand nombre de dosages de carbone et de manganèse viennent à l'appui des conclusions données dans ce travail.

a. Spectre de la flamme du Bessemer, pendant la 2e période.

Divisions du micromètre M	Longueurs d'onde λ	Observations sur la nature des raies.
Vers — 4.50	768.000	Raie nette rouge, se dédoublant quand les 2 raies du sodium sont confondues avec une fente moyennement large.
+ 17 »	670.600	Raie rouge vif se dédoublant avec peine quand la fente est très-étroite.
23.50	654.287	Raie peu nette rosée.
25 »	650.552	Milieu d'une bande nébuleuse.
27.50	644.248	Nébulosité.
35 »	625.424	Raie nébuleuse rosée.
36 »	622.915	Raie se fondant dans la bande 35 à 38.
37 »	620.405	2 raies très-nettement séparées, de couleur orangée, la raie 37 est dégradée vers la gauche et la raie 38 paraît double dans certains cas. Il y a probablement 2 raies 38 et 38 10 de longueur d'ondes très-voisines (1).
38 »	618.103	
38.10	617.904	
41 »	612.123	2 raies d'intensité moyenne très-nettement séparées par une portion obscure. Elles sont de couleur orangée comme 37-38, mais un peu plus pâles.
42 »	610.130	
Vers 43 » à 44 »	606.500	Nébulosité.
44.75	604 648	Groupe de 3 raies peu nettes et souvent invisibles, de couleur orangé pâle.
46.75	606.661	
48 »	598.190	
50 »	594.183	Raie nébuleuse.
51.50	591.194	Raie extrêmement fine, pas toujours visible.
52.50	589.200	Raie nette se dédoublant en 2 raies fines de couleur jaune, très-brillantes, avec une fente déliée. Cette raie, due évidemment au sodium, se retrouve dans tous les spectres observés et apparaît la première au commencement de la 2e période. Tous les spectres ont été dessinés en réglant la fente de manière que la raie du sodium soit dédoublée, le milieu des 2 raies étant sur 52.50.

(1) Vers 38.50 à 39, nous avons aperçu avec une flamme très-brillante une bande éclairée prenant environ 1 division, soit 38 à 39.

Divisions du micromètre M	Longueurs d'onde λ	Observations sur la nature des raies.
55 »	585.319	Bord droit d'une bande nébuleuse dégradée à gauche et qui se prolonge un peu au delà de la raie du sodium, elle apparaît généralement après le groupe 106.50.
57 »	582.215	Raie nébuleuse.
58 »	580.663	Raie assez nette.
59 »	579.111	Raie de couleur jaune verdâtre très-fine et très-nette formant la fin d'un premier groupe de raies s'étendant à gauche jusqu'à la raie du sodium.
62 50	573.678	3 raies peu nettes nébuleuses et rarement bien visibles. Dans certaines opérations, la raie 65 paraît double.
65 »	569.797	
68.50	564.360	
70.25	561.656	Raie assez nette, mais fondue à gauche dans l'éclairage de la bande dont elle fait partie.
72.25	558.544	Bord droit d'une bande dégradée vers la gauche jusque vers 65 à 60 et formant le second groupe de raies vertes. Le bord droit de cette bande est composé de ces 2 raies qui paraissent confondues avec une fente un peu large.
72.75	557.768	
75.25	553.918	2 raies vertes voisines, fines et assez nettes apparaissant après les raies 37-38.
75.75	553.201	
83.25	543.323	2 raies voisines d'intensité moyenne.
84 »	542.338	
86.25	539.375	2 raies très-rapprochées l'une de l'autre, paraissant quelquefois confondues.
86.75	538.723	
85.25	536.770	Raie assez nette fondue dans la bande dont elle fait partie.
88.75	536.139	Bord droit d'une bande formant le 3e groupe de raies vertes, dégradé jusque vers 80.
91.50	533.063	Raie verte nette se continuant à droite par une bande éclairée s'étendant jusqu'à 92.50.
Vers 82.50 à 92.75	531.964	Bord droit d'une bande éclairée allant de 91.50 à 92.50; à droite de 92.50 le spectre est obscur jusqu'à 96.50.
96.50	527.541	Raie verte très-nette et très-brillante, plus marquée que 91.50, et persistant jusqu'à la fin de l'opération, après la disparition du groupe dont elle fait partie.

Divisions du micromètre M	Longueurs d'onde λ	Observations sur la nature des raies.
100.50	523.125	Raie ordinairement nébuleuse; on arrive avec une fente très-étroite à la dédoubler. Si la fente n'est pas très-étroite, on a une raie large.
103.50	519.812	Raie assez nette plus forte que 100.50 et dégradée à gauche; elle est analogue comme intensité et comme largeur à 100.50, mais on ne peut affirmer qu'elle soit composée de 2 raies.
106.50	516.558	Raie terminant le 4e groupe de raies vertes; elle est nébuleuse comme 103.50 et se dédouble également si la fente est étroite.
Vers 108 »		Bord droit d'une bande, d'un éclairage uniforme large de près de 2 divisions, allant jusqu'à 106.50. Cette bande n'est pas toujours visible.
111 »	512.578	2 Raies dégradées l'une vers l'autre et formant une sorte de bande lumineuse.
113 »	510.835	
116.50	507.785	Bandes bleuâtres analogues aux suivantes et dégradées de même; elles sont plus éclairées et forment en quelque sorte un 5e groupe.
120.50	504.299	
124.75	500.696	
129 »	496.892	Bandes bleuâtres dégradées régulièrement de gauche à droite, depuis le bleu clair jusqu'à l'indigo. Elles paraissent à peu près équidistantes, si on ne tient pas compte des 2 raies doubles 129. »-129.50 et 134.25-134.75.
129.50	496.507	
134.25 à 134.75	492.317	
139.50	487.743	
144.50	483.285	
149.50	479.029	
155.50	473.800	
185 »		Groupe de 8 raies dégradées de droite à gauche. Leur position rend leur mesure exacte très-difficile. Elles sont généralement visibles quand la flamme est très-brillante, la température élevée, sans toutefois qu'il y ait production de fumées; elles ne sont visibles que pendant quelques instants et disparaissent bien avant les raies rouges 41-42 et les groupes de raies vertes.
189 »		
201.50		
205 »		
211.50		
215 »		
222.50		
225.50		

b. Spectre de la flamme d'un four à vent pendant un essai par voie sèche d'un minerai manganésé (1).

Pendant 2 heures environ, on a maintenu la température très-élevée; la flamme était très-vive et on voyait s'échapper du creuset une petite flamme brillante entou-

(1) Le minerai soumis à l'essai contenait de 25 à 30 % de manganèse métallique et de 10 à 20 % de fer. Le reste comprend la gangue et la perte par calcination.

rée de fumées blanchâtres et jaunâtres dues à des oxydes de manganèse et de fer qui étaient expulsés. Nous avons répété plusieurs fois l'expérience et avons observé le spectre suivant :

M	λ	Observations.
4.50	768. »	Raie rouge très-nette.
17 »	670.600	Raie rouge se dédoublant facilement, beaucoup plus vive que dans le Bessemer.
35 »	625.424	Groupe de 4 raies correspondantes à celle du Bessemer, mais moins marquées. 37 et 38 sont seules nettement séparées.
36 »	622.915	
37 »	620.405	
38 »	618.103	
41 »	612.123	2 raies d'intensité moyenne, mais moins nettes que dans le Bessemer ; elles sont de couleur orangée, mais légèrement nébuleuses et d'autant plus visibles que la température est plus élevée.
42 »	610.130	
Vers 44.75 à 45 »	604.648	2 raies peu nettes ; la raie 48 est la plus forte.
48 »	598.170	
52.50	589.200	Raie double du sodium.
55 »	585.319	Bord droit d'une bande dégradée à gauche, peu net.
57 »	582.215	2 raies peu nettes.
59 »	579.111	
65 »	569.797	Raie assez facilement visible.
70.25	561.656	Raie nébuleuse.
72.50	558.156	Bord droit nébuleux, sans contour bien marqué d'une bande dégradée à gauche.
75.25	553.918	2 raies voisines plus marquées que les mêmes du Bessemer ; elles se fondent l'une dans l'autre.
75.75	553.201	
Vers 83.50 à 83.75	542.500 env.	Raie nébuleuse.
86.25	539.375	2 raies voisines presque aussi nettes que celles du Bessemer, quoique la bande dont elles font partie soit moins éclairée.
86.75	538.723	
88.75	536.139	Bord droit d'une bande dégradée vers la gauche.
96.50	527.541	Raie verte nette, mais moins brillante que celle du Bessemer.
106.50	516.558	Bord droit nébuleux à peine visible d'une bande éclairée, dégradée à gauche. Cette bande est beaucoup plus pâle que le groupe commençant à 88.75.
111 »	512.578	2 raies dégradées l'une vers l'autre, tout à fait analogues à celles du Bessemer, quoique moins marquées.
113 »	510.835	

On voit ensuite des bandes nébuleuses dans le bleu, que nous n'avons pas mesurées, et vers 180 une raie bleue large, dégradée à droite et à gauche, analogue à celle que donne la flamme bleue du gaz d'éclairage.

Enfin, on aperçoit avec peine quelques nébulosités à droite de la raie 180.

Les bandes claires et obscures sont essentiellement différentes de celles du Bessemer et sont beaucoup plus tranchées; les dégradées sont faibles et forment plutôt de larges bandes d'une clarté uniforme, principalement pour le groupe qui s'étend de 91.50 à 106.50.

c. Spectre de la flamme du gueulard d'un haut-fourneau.

Marche à gueulard ouvert, avec minerais manganésés au moment d'un éteignage.

Le spectre observé rappelle celui du Bessemer, les raies y sont peu nettes, on voit les raies, — 4,50 et + 17.00 et entre les deux, 2 bandes lumineuses larges de 3 à 4 divisions non mesurées.

A droite de la raie du sodium, on aperçoit une nébulosité dégradée à gauche vers 70.00, et une bande dégradée également à gauche, plus nette que la précédente vers 88.50. Entre les deux, les raies 75.25 et 75.75 se voient très-nettement et plus larges que dans le Bessemer.

Les raies du bleu sont à peine visibles, vacillantes et impossibles à mesurer, si ce n'est la raie 180, qui est assez nette.

d. Spectre obtenu en introduisant des oxydes de manganèse régénérés (provenant de la fabrication industrielle du chlore), dans la flamme d'un four à vent.

La composition chimique de ces oxydes est assez variable, suivant leur provenance; leur teneur en manganèse peut aller de 40 °/₀ jusqu'à 55 °/₀, ils contiennent en général 2 °/₀ environ de fer, de 5 à 10 °/₀ de chaux et 4 à 6 °/₀ de chlore. Le manganèse se trouve généralement presque en totalité à l'état d'oxydes divers, quelquefois il y en a une faible partie à l'état de chlorure soluble.

Le spectre observé se rapproche énormément de celui du Bessemer et comprend les raies suivantes :

M	λ	Observations.
4.50	768.000	Raie rouge se dédoublant facilement.
17 »	670.600	Raie rouge vif.
38 »	618.103	Bord droit d'une bande bien éclairée dégradée jusque vers 35.00 à 34.00.
52.50	589.200	Raie jaune du sodium.
55 »	585.319	Bord droit d'une bande dégradée à gauche.
70.25	561.656	Raie assez nette.
72.50	558.156	Bord droit d'une bande dégradée à gauche moins éclairée que la bande 88.75.
75.25	553.918	2 raies nettes, la raie 75.25 est la plus brillante et en même temps la plus nette, 75.75 est souvent nébuleuse.
75.75	553.201	
83.50	543 500	3 raies d'intensité moyenne, 88.75 est la plus forte et forme le bord droit d'une bande dégradée jusque vers 80.
86.50	539.049	
88.75	536.139	

100.50	523.125	3 raies d'intensité moyenne dans une bande dégradée vers la gauche et moins éclairée que la bande commençant à 88.75.
103.50	519.812	
106.50	516.558	

A droite de ce groupe, quand la température est très-élevée, on commence à apercevoir quelques nébulosités dans le bleu, qui sont rarement assez nettes pour être mesurées.

---

e. Spectre obtenu en introduisant du chlorure de manganèse pur dans la flamme d'un brûleur de Bunsen, ou dans la flamme d'un chalumeau à gaz.

Nous avons reproduit ce spectre, décrit et dessiné avec soin par M. Lecoq de Boisbaudran. On doit y remarquer principalement les 3 groupes de raies vertes dégradés de droite à gauche.

f. Spectre du chlorure de calcium dans le gaz ou dans la flamme d'un four à vent.

(Voir également l'ouvrage de M. Lecoq de Boisbaudran). Dans la flamme d'un four à vent, l'ordre d'intensité des raies varie un peu, mais le spectre est le même. On doit y remarquer principalement le groupe 38 à 35.

g. Spectre de la flamme d'un four à vent chauffé avec un mélange de coke et de charbon de bois.

On y remarque, outre la raie 52.50 du sodium, les raies — 4.50 et + 17.00 ainsi que 38.37 et 75.25 et 75.75. Quand la température est élevée, on aperçoit quelques lignes dans le vert, mais jamais assez nettes pour être mesurées; ces raies augmentent d'intensité pendant les essais par voie sèche de minerai de fer ou de manganèse, lorsque le couvercle du creuset étant percé, il s'échappe une flamme bleuâtre ou blanchâtre très-vive formée principalement d'oxyde de carbone mélangé à des oxydes de fer et de manganèse provenant de la réaction. Jamais nous n'avons pu obtenir un spectre net par un simple chauffage du four, même avec un fort courant d'air provenant d'une machine soufflante de hauts-fourneaux.

Les mêmes raies vertes s'accentuent quand on introduit dans la flamme du four à vent des oxydes de manganèse régénérés, donnant, en même temps que les raies du manganèse, des raies voisines dues à l'oxyde de carbone, par suite d'une élévation de température de la flamme, grâce probablement à une certaine quantité d'oxygène à l'état naissant, provenant de la décomposition des oxydes.

h. Spectre du chauffage de la cornue Bessemer.

On y voit toujours et très-facilement les raies, — 4.50; + 17.00, 52.50, 38 et 37. Dans le cas d'un convertisseur neuf, si on est obligé pour le chauffer de donner le vent, on voit apparaître quelques lignes dans le vert; mais je n'ai jamais pu l'observer avec netteté. On peut observer le même spectre dans la flamme de tympe des hauts-fourneaux, dans la flamme des appareils Cowper-Siemens, etc.; mais on n'aperçoit jamais aucune raie dans le vert, tandis que les raies 52.50, — 4.50 et + 17.00 sont extrêmement brillantes.

i. Spectre de la flamme bleue du gaz d'éclairage. — Ce spectre, dessiné par M. Lecoq de Boisbaudran, s'obtient facilement, toutes les fois que l'on brûle en totalité des gaz carbonés. Avec une forte soufflerie, on aperçoit des bandes éclairées, qui auraient leurs analogues dans le Bessemer entre 110 à 150.

j. Nous avons indiqué, d'après M. Lecoq de Boisbaudran, quelques-unes des raies caractéristiques du perchlorure de fer en solution avec une étincelle électrique. On doit y remarquer principalement la raie 96.50. En outre, il y a des raies près de la raie du sodium, qui ne sont pas indiquées comme très-caractéristiques dans le cas de l'étincelle, mais existent cependant dans le spectre du fer. Ce spectre étant extrêmement complexe, et l'ordre de l'intensité variant suivant les circonstances, il faudrait, pour une comparaison complète, se placer dans des conditions identiques à celles que l'on a dans le Bessemer.

k. Spectre des principales raies caractéristiques des flammes des gaz carbonés, d'après M. G. Salet (1). Elles correspondent aux longueurs d'onde suivantes. Ce spectre, très-analogue à celui fourni par la flamme bleue du gaz, en diffère seulement par l'ordre d'intensité des raies.

M		λ	Observations.
38.10		618.000	C α. du rouge.
41.00		612.000	
42.00		610.000	
44.50		605.000	
69.60	(1)	563.000	C β. du vert.
72.25	(2)	558.500	
75 à 75.25	(3)	554.000	
78.20		550.000	
80.50		547.000	
106.60	(1)	516.300	C γ. du bleu-verdâtre.
110.50	(2)	513.000	
113.50		510.000	
118.50		506.000	
Vers 155.00		474.000	C δ. Raies bleues et violettes.
		472.000	
		470.000	
		468.700	
		467.500	
		427.000	C ζ. Raie très-nette dans le violet.

La raie C ζ est remplacée par une raie 431 — vers 227 à 228, très-nette dans le cas du cyanogène et des hydrocarbures.

D'autre part, le spectre de l'oxyde de carbone, qui se retrouve toujours dans les tubes de Geissler imparfaitement lavés par un courant d'oxygène, présente les raies suivantes :

(1) *Ann. de chimie et de physique.* — 1873.

Vers 44.00	606.000
70.50	561.000
103.75	519.500
144.50	483.200

l. Nous avons cherché à obtenir, non pas un spectre électrique, mais un spectre de combustion de l'oxyde de carbone pur, mais nous n'avons probablement jamais obtenu une température assez élevée. C'est un spectre qui resterait à déterminer pour compléter la série, mais nous le considérons comme très-difficile à obtenir par une combustion simple ou avec un chalumeau (1).

Avant de donner quelques conclusions sur la nature du spectre du Bessemer, je donnerai ici les analyses des gaz sortant de la cornue Bessemer, d'après M. Snelus (*Journal of Iron and Steel Institute*).

ANALYSES. — DURÉE DE L'OPÉRATION = 18 MINUTES.

	PREMIÈRE PÉRIODE			DEUXIÈME PÉRIODE				
	1	1 bis.	2	3	4	5	6	
Temps écoulé depuis le début de l'opération..	2 min.	»	4	6	10	12	14	18 minutes Arrêt
Acide carbonique.....	10.71	9.12	8.57	8.05	3.58	2.38	1.34	
Oxyde de carbone.....	0.00	0.06	3.95	4.58	19.59	29.44	31.11	
Oxygène.....	0.92	0.51	0.00	0.00	8.00	0 00	0.00	
Hydrogène.....	88.37	90.31	0.88	2.00	2 (?)	2.16	2 (?)	
Azote.....			86.58	15.37	74.83	62.02	65.55	
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	
Quantité relative de carbone { à l'état de CO^2	100.00	»	68.48	64.46	15.46	7.28	4.13	
brûlé { à l'état de CO.	0.00	»	31.52	35.54	84.54	92.72	95.87	
	100.00	»	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	
Quantité relative de :								
Silicium oxydé.....	72.91	»	69.80	69.01	39.58	4.24	3.34	
Carbone oxydé.....	21.09	»	30.20	30.99	60.42	95.76	96.66	
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	

(1) Nous avons examiné également le spectre de la flamme de tympe des hauts-fourneaux. Ce spectre est analogue à celui du Bessemer pour des fourneaux marchant en fontes peu manganésées. Il devient presque identique dans le cas d'une marche en spiegel, lorsque l'on examine la flamme de tympe mélangée de fumées d'oxyde de fer de manganèse. (Usines du Creuzot et de Terre-Noire.)

Ces faits prouveraient donc d'autre part les conclusions de ce mémoire, et nous pensons que le spectre du Bessemer contient les spectres ci-dessus mentionnés de K, Na, Li, Ca, Fe, Mn, CO. (Pour ce dernier élément, il pourrait y avoir un spectre particulier d'absorption, ainsi que le pensent certains auteurs.) Ce spectre, superposé à celui du manganèse, expliquerait les difficultés que présente l'étude spectrale de la flamme du Bessemer.

V. — CONCLUSIONS.

Si nous comparons maintenant le spectre du Bessemer aux spectres ci-dessus mentionnés, en considérant toutefois que les conditions de température sont essentiellement différentes, nous verrons qu'il existe des concordances remarquables qui nous permettent de hasarder quelques hypothèses sur la constitution spectrale de la flamme du Bessemer.

L'ordre d'apparition et de disparition des raies, ainsi que leur intensité respective, nous a été d'un grand secours pour déterminer la nature des principales raies. Les plus caractéristiques de chaque élément sont nettes les premières, ce qui est un moyen de plus de vérifier si telle ou telle raie est due à tel ou tel élément.

Il nous paraît à peu près certain, aujourd'hui, que le spectre du Bessemer comprend :

1° Les raies du potassium, — 4.50 K (α) et de la raie K (β) visible seulement avec un spectroscope à genou ;

2° La raie du sodium Na (α) 52.50;

3° La raie du lithium Li (α) 17.00;

4° Les raies du calcium Ca (α) 38.00 à 35.00 ;
Ca (β) 75.25 à 75.57 ;
et probablement Ca (γ) 50.00,
la bande Ca (δ) de 43.00 à 48.00
et Ca (ε) nébulosité vers 27.50 ;

5° Les raies du fer, qui apparaissent les dernières et persistent jusqu'à la fin de l'opération. Nous signalerons principalement les raies Fe α — 91.50 à 92.50 et 96.50 et le groupe n° 1 55.00 à 59.00. Ces raies sont toutes très-brillantes, principalement 96.50, qui se voit à la fin de l'opération alors même que toutes celles du groupe dont elle fait partie se sont évanouies.

Il est probable que le spectre du Bessemer contient d'autres raies du fer, principalement dans le groupe 100.50 à 106.50 et dans le bleu, mais il est impossible d'indiquer exactement celles qui sont dues au fer, au manganèse ou à l'oxyde de carbone, car dans cette région, les longueurs d'onde correspondantes aux raies de ces divers éléments sont presque les mêmes. On pourrait objecter que, si le spectre de la flamme du Bessemer contient les raies du fer, celles-ci ne devraient pas disparaître, puisqu'il y a du fer s'oxydant jusqu'à la fin ; on pourrait en dire de même pour le manganèse, le carbone, etc.; mais il faut bien remarquer que la disparition des raies tient non-seulement à l'absence de certains éléments, mais principalement à l'abaissement de la flamme, qui ne donne plus à la fin qu'un spectre continu.

6° et 7° Il nous reste à parler maintenant des raies vertes, bleues et violettes ; les premières sont employées d'une manière générale dans les usines pour déterminer l'arrêt de l'opération ; elles ont été attribuées par divers auteurs tantôt exclusivement au carbone, tantôt, au contraire, exclusivement au manganèse : confusion très-naturelle, le carbone et le manganèse donnant des raies de longueurs d'onde presque identiques, mais je ferai remarquer de suite que les bandes sont dégradées à gauche pour le manganèse, à droite pour les gaz carbonés.

Il nous paraît certain, d'après les analyses de M. Snelus, que le spectre du Bessemer contient les raies non-seulement d'un gaz carboné quelconque, mais spécialement de l'oxyde de carbone ; d'un autre côté, les fontes Bessemer contenant souvent autant de manganèse que de carbone et souvent plus en Autriche, il semble très-naturel que le spectre contienne également les raies du manganèse, qui doivent disparaître à la fin ; nous n'avons jamais trouvé que des traces de manganèse dans les éprouvettes prises avant addition de spiegel en le recherchant par l'acide plombique, mais un dosage serait nécessaire.

D'après les dessins joints à ce travail, il est impossible de nier l'analogie du spectre du Bessemer avec les spectres $2\,b$ — $4\,d$ — $5\,e$ se rapportant au manganèse. Il n'existe de différences que pour les intensités respectives des raies ou pour certaines bandes qui y sont plus nettement tranchées, différence facile à expliquer, si on remarque que, les dégradés étant inverses pour le carbone et le manganèse, les changements de clarté doivent être moins brusques pour le Bessemer, et c'est ce qui a lieu en effet.

Parmi les 3 groupes, 2, 3, 4 — le groupe 3 doit être attribué au manganèse, l'oxyde de carbone ne fournissant pas de raies dans cette région ; le fer donnant dans cette région des raies voisines de celles du manganèse, on s'explique facilement la présence des raies doubles, 83.25 et 84.00 — 86.25 et 86.75 — 88.25 et 88.75. Le groupe 2 est dû à la superposition des spectres du carbone et du manganèse : — 70.25 serait une raie du manganèse, — 72.75 une de l'oxyde de carbone dégradée à droite, — 71.25 une du manganèse dégradée à gauche, ce qui donne lieu à une partie très-éclairée. Le fer influe peut-être aussi sur ce groupe.

Quant au groupe n° 3, il est dû également à la superposition des raies du manganèse et du fer, et la raie 106.50 forme le bord droit de la bande Mn, (γ), et le bord gauche d'une série de raies dues à l'oxyde de carbone et qui s'étendent dans la partie la plus réfrangible du spectre. (Voir à ce sujet les travaux de Morren et de M. Salet. *Ann. de chimie et de physique,* 1865 à 1873.)

D'autres raies plus isolées que les raies vertes prouvent d'une ma-

nière complète la présence du spectre de l'oxyde de carbone ; ce sont les raies 38.10 dégradées vers 39.00 et principalement les raies 41.00 et 42.00 correspondant aux longueurs d'onde 612 et 610. *Ces dernières offrent un intérêt particulier au point de vue industriel ;* dans le cas d'opérations très-chaudes, elles sont souvent plus nettes que les raies du vert ; elles disparaissent plus brusquement et presque sans oscillation dès que 72.25 s'est évanoui, mais plus tôt que le groupe n° 1, qui persiste jusqu'à la fin avec la raie 96.50.

Quand on veut obtenir de l'acier dur pour rails, l'emploi des raies vertes nous a toujours paru suffisant, mais nous pensons qu'on pourrait employer avec succès les raies 41,00 et 42.00 dans le cas d'opérations délicates pour acier doux ; jusqu'à présent, pour obtenir ce dernier, il faut considérer le moment où l'on devrait arrêter pour rails et prolonger de quelques secondes. Cette méthode laisse beaucoup à l'arbitraire, tandis qu'en se guidant sur la disparition des raies rouges 41.00 et 42.00 et sur le groupe n° 1, on a un arrêt mathématique.

Pour l'acier dur, on devra arrêter au moment où, le groupe 2 ayant presque disparu, 41,00 et 42,00 vacillent ; pour un acier demi-doux, on devra attendre la disparition complète de 41,00 et de 42,00 et presque complète du groupe n° 1 ; et enfin, pour un acier extradoux, on ne devra arrêter que lorsqu'il n'y a plus aucune raie, même dans le groupe n° 1. Nous pensons que l'examen des raies rouges donne lieu à un résultat plus précis que celui des raies vertes, au moins pour les aciers doux. Le petit spectroscope de M. Duboscq peut suffire pour l'emploi des raies 41,00 et 42,00, à la condition toutefois de tenir la fente très-déliée. On fera bien, pour des opérations très-délicates, d'employer le grand modèle à vision directe.

Si on fait le dosage du carbone sur des éprouvettes prises à la fin de l'opération, mais avant addition d'alliage de manganèse, on trouve environ 0,200 à 0,250, si l'opération a été arrêtée avant disparition complète des raies 41,00 et 42,00. Dans le cas où l'on a arrêté l'opération après disparition complète de ce groupe, on ne trouve plus que 0,150, teneur inférieure à tous les dosages faits sur des aciers doux.

En recherchant le manganèse dans les mêmes éprouvettes, nous n'en avons trouvé aucune trace, ce qui est en rapport avec l'analyse spectrale, les raies du manganèse disparaissant avant les raies du carbone.

Certains auteurs ont pensé que le silicium pouvait avoir de l'influence sur les groupes de raies de la région verte ; mais cet élément brûlant principalement dans la première période en donnant un produit solide, il ne nous paraît pas probable que cette opinion ait une valeur certaine.

Enfin je signalerai le groupe de 8 raies comprises dans la région violet extrême ; elles sont probablement dues au carbone, n'existant que dans les opérations très-chaudes. Nous les avons vues très-nettement dans une marche en minerais carbonatés contenant quelques mouches de pyrite cuivreuse, mais les ayant retrouvées dans des cas différents, nous hésitons à décider si elles sont dues à l'oxyde de carbone ou au cuivre, quoique le chlorure de cuivre dans le gaz en donne de très-analogues.

Je signalerai une anomalie dans l'ordre de disparition des raies, qui nous a un moment un peu dérouté ; nous avons constaté la disparition des raies 41,00 et 42,00 avant celle des groupes 2 et 3, mais en nous reportant à la nature des fontes, nous avons vu que, pour cette coulée, les fontes étaient un peu froides et plus manganésées qu'à l'ordinaire. Ce fait, du reste, est unique parmi nos observations et confirme nos hypothèses.

Nous avons reproduit presque complétement le spectre fourni par la flamme du Bessemer, en introduisant simultanément dans la flamme d'un four à vent :

1° Du chlorure de calcium ordinaire ;

2° Des oxydes de manganèse régénérés ;

3° Du perchlorure ou du sulfate de fer.

Il n'y manquait que quelques-unes des raies bleues, lacune due précisément à ce que la température de la flamme d'un four à vent est très-inférieure à celle du Bessemer (1).

En conséquence, nous croyons pouvoir affirmer, jusqu'à nouvelles expériences, que la flamme du convertisseur Bessemer fournit un spectre formé par la superposition des suivants :

Sodium Lithium Potassium Calcium Manganèse	Spectres à très-peu près complets pendant la deuxième période, disparaissant à la fin de la décarburation, sauf la raie double du sodium.
Fer	Spectre incomplet, visible seulement à la fin de l'opération.
Oxyde de carbone	Bandes dégradées, particulières dans le vert et principalement dans le bleu, et disparaissant presque en même temps que les raies du manganèse, et en outre les raies de l'orangé 41.00 et 42.00, qui appartiennent certainement à l'oxyde de carbone.

(1) En introduisant dans la flamme du four à vent de l'oxalate d'ammoniaque ou de l'acide oxalique, qui, par leur composition, donnent de l'oxyde de carbone, nous avons dû obtenir des bandes dégradées très-analogues à celles du Bessemer, mais d'intensité beaucoup moindre.

Le carbone fournit du reste un grand nombre de spectres suivant les circonstances, et il est probable que, dans le Bessemer, il existe un spectre de l'oxyde de carbone particulier aux conditions de pression et de température très-élevées qui existent pendant l'opération.

Des résultats plus circonstanciés que les précédents et comparés à des spectres obtenus en se rapprochant des conditions de haute température du Bessemer, seraient à coup sûr pleins d'intérêt et donneraient peut-être « *un moyen encore plus fécond que l'analyse chimique, pour déterminer les vitesses relatives d'élimination des divers éléments des fontes dans l'opération Bessemer* », sur laquelle il y aurait encore beaucoup à dire mais encore plus à chercher.

M. C. GOURDON

Professeur à l'Ecole La Martinière, à Lyon.

DE L'INFLUENCE SUR LE ZINC DES DÉPOTS MERCURIELS. — NOUVEAUX PROCÉDÉS DE GRAVURE EN RELIEF PAR L'EMPLOI DU MERCURE

— Séance du 25 août 1875. —

Dans ma précédente communication au Congrès de Lyon, j'ai montré l'influence sur le zinc des dépôts métalliques et le parti qu'on en peut tirer pour la gravure en creux. Quand j'ai voulu essayer de produire la gravure en relief en utilisant ces mêmes observations, je me suis heurté à des difficultés qui tout d'abord me paraissaient insurmontables. Encouragé par l'Association, j'ai continué mes recherches, et maintenant je puis dire que, grâce à elle, j'ai résolu le problème que je m'étais posé.

La gravure en relief, on le sait, n'est pas simplement l'inverse de la gravure en creux. Dans cette dernière, le trait a peu de profondeur ; dans la première, les parties creuses en ont souvent une très-grande, et vu par conséquent la longue durée de la morsure de l'acide, les parties latérales de toute saillie sont exposées à être rongées, ce qui fait tomber les traits fins et ôte de la netteté à ceux qui sont un peu plus larges.

Il faut donc protéger ces parties latérales et de plus soutenir les saillies en élargissant graduellement leurs bases. Un point en saillie, par exemple, doit former la petite base d'un tronc de cône, et une ligne la petite base d'un tronc de pyramide.

Dans mes précédentes recherches, j'avais remarqué l'action irrégu-

lière d'un métal, le mercure, et plus tard j'en ai été conduit à penser que si la gravure en relief était possible par l'emploi exclusif de substances métalliques, elle ne pouvait l'être qu'à l'aide de ce métal, en admettant toutefois qu'on se rende maître des irrégularités qu'il présente dans son mode d'action.

J'ai donc observé attentivement ce que produit le mercure déposé sur des métaux mis en présence de liquides corrosifs. Je ne parlerai dans la présente note que de faits se rattachant au zinc, métal auquel je donne, au moins momentanément, la préférence dans la gravure en relief, bien que d'autres métaux soient susceptibles de donner, en présence de divers liquides, des résultats sur lesquels je me propose de revenir plus tard.

Pour le moment, je dirai donc que, lorsque le mercure est déposé sur une plaque de zinc, il préserve ce métal de l'attaque, énergique pourtant, que produit sur le métal nu l'acide chlorhydrique concentré. De plus, si le dépôt a une certaine épaisseur, il s'élargit peu à peu sous l'influence du même acide, et à mesure qu'ils s'amalgament, les points primitivement attaqués deviennent à leur tour inattaquables. Deux actions se produisent simultanément : l'attaque du zinc et l'élargissement de la tache mercurielle. Il en résulte que le zinc ne se creuse pas verticalement ; qu'il ne se creuse pas davantage sous les bords de la tache, qui devient la saillie, mais suivant un plan plus ou moins incliné. Le talus est alors obtenu.

Ce que j'ai dit à Lyon pour le zinc s'applique au zinc amalgamé ; on provoquerait l'attaque de celui-ci à l'aide de différents métaux, comme nous avons vu qu'on provoquait l'attaque de celui-là. Par conséquent, la préservation par le mercure sera d'autant plus rigoureuse que les métaux, zinc et mercure, seront plus purs. Néanmoins, avec le zinc commercial, le phénomène se produit déjà avec une netteté étonnante.

Le degré de concentration de l'acide chlorhydrique a une très-grande importance, ainsi qu'on va le voir. Si l'acide est étendu, s'il marque 1, 2, 3° B, c'est un tout autre phénomène qui se produira : l'amalgame et le zinc entreront l'un et l'autre en dissolution, et c'est souvent l'amalgame qui se dissoudra le plus vite, de sorte qu'au lieu d'une saillie on aura un creux. A mesure que le degré de l'acide s'élèvera, on verra l'amalgame devenir de plus en plus inattaquable ; un acide à 15° B peut être employé ; l'acide qui convient le mieux est l'acide à 18°.

Passons à la partie purement pratique, aux moyens à employer pour tirer parti de ces propriétés.

Je produis d'abord, sur une plaque de zinc, un premier relief très-

léger, soit par les procédés ordinaires, c'est-à-dire en réservant à l'aide d'un vernis, d'une encre grasse, etc., les points destinés à rester en saillie et en faisant mordre les autres par un acide ; soit en déposant par voie galvanoplastique une couche de zinc sur les points devant produire le relief, et par le fait en obtenant le premier relief par l'exhaussement de ces points ; soit en disposant la couche métallique d'une épreuve photographique sur une plaque de zinc et en faisant mordre cette plaque par l'acide sulfurique étendu, qui ne peut alors dissoudre que les points recouverts d'argent ; soit enfin en utilisant dès cette opération préalable les propriétés du mercure.

Dans ce cas, je dépose sur les points à réserver une très-légère couche de mercure, et pour arriver à ce résultat j'ai recours à l'un des moyens suivants :

(*a*) La plaque étant enduite de cire ou d'un vernis inattaquable par les acides, je mets à nu, au moyen d'une pointe sèche, les points à amalgamer. Je plonge ensuite la plaque dans une solution étendue d'un sel mercuriel (eau 100, azotate mercureux 5, acide azotique... quantité strictement suffisante pour opérer la dissolution complète) et je l'y laisse pendant quelques secondes ; je la soumets ensuite à l'action de l'acide chlorhydrique pendant un temps également très-court.

(*b*) La plaque étant graissée, je trace à sa surface des caractères, à l'aide d'un crayon formé par un amalgame dont on fixera la composition en se guidant sur les renseignements cités plus loin (alinéa 2e), et je fais attaquer la plaque par l'acide jusqu'à ce que le relief soit suffisant.

Une fois le premier relief obtenu, il faut, pour que la plaque puisse servir à un tirage typographique, la creuser profondément en conservant aux saillies une solidité convenable, solidité que j'obtiens en élargissant peu à peu les parties soustraites à l'action du liquide corrosif. Cet élargissement, ainsi que le fait supposer ce qui a été dit plus haut, est produit par l'emploi de composés mercuriels. Dans ce cas encore, on peut opérer de diverses manières.

1° La plaque, après la première morsure, est recouverte de vernis, de cire ou d'une substance quelconque, facile à enlever par la chaleur ou les dissolvants, et ne se laissant pas mouiller par l'eau. A l'aide d'une *raclette* on enlève délicatement cette substance, jusqu'à ce que les points non attaqués dans l'opération précédente soient seuls mis à découvert. On plonge ensuite la plaque dans une solution mercurielle, puis, la séchant et la débarrassant du corps étranger qui la recouvre encore partiellement, on la fait attaquer par la liqueur acide. S'il y a de grands blancs dans le dessin, et par conséquent de larges parties à creuser, il faut répéter plusieurs fois ces opérations.

2° On opère plus rapidement en se servant d'amalgames qui, par des frictions répétées, laissent déposer du mercure sur les premières saillies. Ces amalgames sont façonnés, soit en tas présentant une surface, au moins celle de friction, parfaitement plane, soit en rouleaux parfaitement cylindriques. Leur composition est très-variable. Un amalgame de plomb et d'étain contenant 15 p. de mercure, 20 de plomb et 10 d'étain, laissera déposer par friction des taches dont l'élargissement sera assez considérable ; l'élargissement diminuera avec la quantité de mercure, et pourra devenir nul si les frictions ne sont pas trop répétées.

On frotte donc avec un de ces amalgames la plaque à creuser ; il se forme à la surface des saillies un nouvel amalgame brillant, inattaquable par l'acide chlorhydrique concentré. Cet amalgame, ou le mercure qu'il contient, s'écoule peu à peu sur les parties voisines, qui cessent alors de se laisser attaquer. S'il est nécessaire, on répète les frictions et les immersions dans l'acide.

On sait que dans les procédés de gravure en relief actuellement en usage, on préserve les points saillants en les recouvrant d'encre grasse. Cette encre s'écoule, quand on la chauffe, sur les parties avoisinantes, et c'est en chauffant qu'on élargit les traits, avant chaque immersion dans un bain acide. Si l'on compare ces procédés avec ceux que l'on vient d'indiquer, on remarquera que dans ceux-ci la morsure et l'élargissement se font simultanément, tandis qu'ils se font successivement dans les autres. Ce n'est pas là le seul avantage qui résulte de l'emploi du mercure. Ainsi, dans les procédés que j'ai décrits, on ne perd pas le dessin de vue ; on peut suivre à l'œil les progrès de chaque attaque, et si certains points s'attaquent irrégulièrement, on peut modifier l'action de l'acide, l'accélérer en touchant telle ou telle partie avec une plume trempée dans une solution de chlorure de cobalt, la retarder en se servant d'un sel de mercure.

J'ajouterai qu'avec une encre grasse on ne peut jamais protéger qu'une surface ; avec le mercure on protége non-seulement la surface, mais encore les points qui sont situés au dessous, à une faible profondeur ; car il est évident que l'amalgame chimique non attaquable a une certaine épaisseur. On est donc peu exposé, avec le mercure, à attaquer les traits en dessous, et par conséquent à avoir des lignes dentelées.

Enfin je dirai, pour terminer, que la rapidité avec laquelle le mercure permet d'opérer la gravure en relief constitue un avantage incontestable.

M. BALARD

Membre de l'Institut.

ANALYSE DES SOUDES ET DES POTASSES

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 25 août 1875. —

M. Balard, à l'occasion de la communication de M. Pesier, décrit une méthode d'analyse qui permet d'essayer rapidement les soudes et les potasses avec une approximation suffisante :

Que l'on se figure un mélange complexe, tel que celui des sels des eaux mères dés salines, mélange contenant :

Sulfates et chlorures de potassium, de sodium, de magnésium ; M. Balard traite un pareil mélange de la manière suivante :

1° *Par du chlorure de baryum :* un excès de chlorure de baryum, ajouté au mélange et convenablement chauffé, produit la décomposition de tous les sulfates, dont l'acide est éliminé à l'état de sulfate de baryum insoluble et dont les bases, converties en chlorures, restent dans la solution. Par filtration, on sépare le sulfate de baryum et l'on obtient une solution renfermant :

Chlorures : de potassium, de sodium, de magnésium ; plus : chlorure de baryum, employé en excès. Ce mélange est traité :

2° *Par de l'eau de baryte :* un excès d'eau de baryte dans ce mélange produit la décomposition du chlorure de magnésium, avec précipitation de magnésie et production de chlorure de baryum soluble. On filtre, et le liquide filtré renfermera alors :

Chlorures : de potassium, de sodium, de baryum ; plus : eau de baryte que l'on a dû employer en excès.

Cette nouvelle solution est traitée :

3° *Par du carbonate neutre d'ammoniaque :* un excès de carbonate d'ammoniaque précipite, à l'état de carbonate, le baryum du chlorure et de l'hydrate, en même temps qu'il se forme du chlorhydrate d'ammoniaque, et qu'il se dégage de l'ammoniaque :

$$Ba'' Cl^2 + Ba'' \begin{matrix} OH \\ OH \end{matrix} + 2\left[CO \begin{matrix} OAzH^4 \\ O.AzH^4 \end{matrix} \right]$$
$$= 2\,(Ba''CO^3) + 2\,(AzH^3HCl) + 2AzH^3 + H^2O.$$

On filtre. La solution filtrée renferme maintenant :

Chlorures : de potassium, de sodium, d'ammonium ; plus : un peu de carbonate d'ammoniaque.

Arrivé à cette phase de l'analyse, on évapore à sec et l'on fond pour chasser les sels ammoniacaux. Le résidu est constitué par un mélange de :

Chlorures : de potassium et de sodium.

Soit p, son poids, V étant le volume d'eaux mères employées.

Il s'agit maintenant de déterminer les quantités respectives des deux chlorures.

Dosage du chlore : Le mélange de chlorure étant dissous, on y ajoute quelques gouttes de chromate de potassium et l'on précipite tout le chlore par du nitrate d'argent. La quantité de Cl étant connue, on en déduit celle de chlorure de sodium et l'on aura la valeur du rapport entre les quantités de NaCl et KCl.

Dosage de l'acide sulfurique: On prendra un égal volume V de la solution et l'on y précipitera tout l'acide sulfurique au moyen d'une solution titrée d'hydrate de baryte.

M. Balard mentionne une autre méthode de dosage de cet acide que l'on peut précipiter par du nitrate de plomb. Pour employer cette méthode, il faut que la solution renferme peu de chlore. On opère alors en ajoutant préalablement à la solution quelques gouttes d'iodure de potassium, qui, ici, joue le même rôle que le chromate de potassium dans le procédé de dosage volumétrique du chlore par le nitrate d'argent. Il se produit des traces de précipité jaune de PbI^2 après que tout l'acide sulfurique a été précipité à l'état de sulfate de plomb. La même solution peut, d'ailleurs, servir pour le dosage du chlore et celui de l'acide sulfurique; mais il faut d'abord éliminer le chlore en le dosant le premier.

Dosage de la magnésie : On prend un volume U de la solution qui renferme la magnésie et l'on divise ce volume en deux parties égales. La moitié de ce volume de solution magnésienne est traitée par un égal volume d'une solution diluée mais titrée de potasse ou de soude. Le mélange qui en résulte est neutre et alcalin. Il est bon de le rendre d'abord alcalin et de le neutraliser ensuite avec de la solution magnésienne. Il y aura une quantité de magnésie équivalente à la potasse ou à la soude ajoutée.

Dosage de la potasse : On dose la potasse soit par le sulfate d'alumine, soit par le chlorure de platine.

M. Victor BOUHY

Directeur général des mines de la Nouvelle-Montagne.

FABRICATION DU CADMIUM A L'USINE DE LA SOCIÉTÉ DE LA NOUVELLE-MONTAGNE, A ENGIS (BELGIQUE)

— *Séance du 25 août 1875.* —

Les minerais de zinc (Blende et Calamine), que l'on exploite à Engis et que l'on traite à l'usine de la Nouvelle-Montagne, proviennent d'amas situés entre le calcaire et le terrain houiller ou entre deux bancs de calcaire. Ces minerais ont été formés par des réactions qui se sont produites dans des eaux thermales affluant dans des excavations.

Dans cette localité, les bancs de calcaire sont renversés, et lorsque

cet énorme bouleversement a eu lieu, il s'est produit de grandes cassures à la surface (vallées), des écartements de bancs de roche jusqu'à une certaine profondeur, et dans lesquels se sont déposés des minerais de zinc, de plomb, de fer, des sables, des argiles, etc.; enfin il y a eu aussi des cassures plus ou moins perpendiculaires à la direction des bancs de roche, et dont plusieurs, recélant du minerai (sulfures), forment des espèces de filons. Les eaux thermales portant les minerais ont dissous les calcaires composant les parois des fentes ou des vides produits par l'écartement des bancs, et ont ainsi augmenté successivement l'espace dans lequel les minerais se sont précipités, de manière à donner aux gîtes la forme d'amas; là où cette action dissolvante n'a pu se produire assez longtemps, les fentes ont conservé des dimensions assez restreintes et régulières, et les gîtes ont plus particulièrement conservé la forme se rapprochant des filons.

Les minerais de zinc retirés de ces gisements, et principalement des gisements se présentant sous forme d'amas, contiennent plus ou moins de cadmium (jusqu'à 22 p. % du minerai cru); ce sont surtout les blendes retirées du gîte dit des Pagnes, dans une zone variant entre 25 et 85 mètres sous la surface, qui ont donné le plus de substances cadmifères.

Par le grillage des minerais crus, la teneur en cadmium diminue sensiblement, de telle sorte que les minerais grillés qui sont livrés à la réduction aux fours à zinc n'en renferment que quelques centièmes; la moyenne ordinaire est de 0,03 à 0,04 p. % du minerai grillé.

La calamine grillée contient, en général, un peu plus de cadmium que la blende grillée; mais cela provient de ce que la température nécessaire pour opérer le grillage de la blende étant plus élevée que pour la calamine, la perte en cadmium est aussi plus forte.

PRODUCTION DES MATIÈRES CADMIFÈRES PROPREMENT DITES

Voici comment on obtient aux fours à zinc (système liégeois) la matière que l'on traite ensuite à part pour en retirer le cadmium métallique.

Dès que l'on a chargé dans les creusets des fours à zinc le mélange de minerai de zinc et de terre houille menue, on adapte aux tubes dans lesquels doit se condenser le zinc réduit des tuyaux coniques en tôle appelés *allonges*. Le cadmium, qui est réduit et volatilisé dans les creusets, se réoxyde dans les allonges, et y reste à l'état d'oxyde et de carbonate, sous forme de poussière verdâtre, jaunâtre ou brunâtre, à laquelle se trouve mélangée une quantité plus ou moins forte d'oxyde de zinc. C'est ce qu'on appelle *poussières des allonges*.

Les allonges restent sur les tubes aussi longtemps que la flamme sortant des creusets est brunâtre; on les ôte quand la flamme devient bleuâtre, ce qui est dû à la combustion du zinc. Si on tardait plus longtemps, les poussières de ces allonges se chargeraient d'une plus forte quantité d'oxyde de zinc et de zinc métallique, sans qu'il y eût augmentation proportionnelle d'oxyde ou de carbonate de cadmium, et la réduction de ce dernier métal serait rendue beaucoup plus difficile.

On recueille encore, outre les poussières des allonges, et après que ces dernières sont enlevées, le mélange qui se trouve à l'entrée des tubes, et qui se compose de terre houille, d'argile, d'oxyde de zinc, de zinc métallique, d'oxyde de cadmium ; on mélange ces *poussières des tubes* avec les poussières des allonges, et ce mélange donne la matière brute dont on a à retirer le cadmium métallique, et que l'on appelle *poussières cadmifères.*

Les poussières des allonges contiennent de 20 à 30 p. °/₀ de cadmium; les poussières des tubes, de 0,1 à 0,5 p. °/₀ ; le mélange de ces deux catégories, c'est-à-dire les *poussières cadmifères*, ont une teneur de 1,8 p. °/₀ de cadmium et environ 40 p. °/₀ de zinc.

Cent parties de minerai de zinc donnent en moyenne $^{3}/_{10}$ parties de poussières cadmifères.

ENRICHISSEMENT DE LA MATIÈRE BRUTE ET FABRICATION DU CADMIUM

Lorsqu'on a réuni de 20,000 à 25,000 kil. de poussières cadmifères, quantité suffisante pour l'alimentation d'un four pendant une campagne qui dure de un mois à cinq semaines, on commence la fabrication du cadmium.

Le four employé est semblable au four à réduire le minerai de zinc, système liégeois (¹); il est seulement plus petit et ne contient que onze creusets, placés sur trois lignes horizontales. Ces creusets sont plus petits que ceux des fours à zinc et sont en fonte, ainsi que les tubes qui

(¹) On a essayé de traiter les poussières cadmifères dans un four à zinc, dont partie des creusets étaient chargés de crasses de zinc qui exigent, pour être réduites, une température moins élevée que n'en demande le minerai ; mais on n'a pas réussi, parce qu'il n'était pas possible de régler convenablement la température. Bien qu'on utilisât, pour le cadmium, les creusets supérieurs du four, la température était encore suffisamment élevée pour que le zinc des poussières se volatilisât presque en même temps que le cadmium; on recueillait dans les tubes tout le cadmium à l'état de poussières riches traitables au four à cadmium, et partie en mélange avec du zinc; ce qui formait le zinc cadmifère, dont il est très-difficile d'obtenir du cadmium pur. La perte au four à zinc était même très-sensible ; ainsi, pour 100 kil. de poussières cadmifères d'une teneur de 0,47 p. °/₀ de cadmium chargées dans les creusets des rangées supérieures, on a obtenu 1ᵏ,03 de crasses enrichies à 33 p. °/₀ de cadmium, soit 0ᵏ,34. La perte a donc été 0,47 — 0,34 = 0,13 p. °/₀. Les mêmes poussières traitées au four à cadmium ont donné 0,44 p. °/₀ de cadmium, et la perte a été de 0,47 — 0,44 = 0,03 de cadmium.

servent à recueillir le cadmium métallique. Les creusets des fours à zinc sont en terre réfractaire (1).

Quand le four est chauffé de manière que les creusets soient au rouge sombre, on charge dans chacun des quatre creusets qui sont sur la rangée horizontale inférieure, et dans les quatre qui sont le long des parois latérales, 15 kilogr. environ de poussières cadmifères, auxquelles on a ajouté 8 p. °/₀ de terre houille ; on adapte à ces creusets les tubes, puis les allonges, dans lesquelles on recueille les *poussières enrichies.* On commence ordinairement le tirage des poussières enrichies, hors des tubes, trois heures après la charge, et l'on continue le tirage toutes les heures ; après 12 heures on enlève les résidus qui restent dans les creusets et on fait une nouvelle charge.

Les résidus des creusets ou *crasses zincifères,* contiennent encore un peu de cadmium (en moyenne 0,4 p. °/₀), et 45 à 50 p. °/₀ de zinc ; on les charge comme minerais de zinc aux fours à zinc, et l'on obtient par leur réduction de nouvelles poussières cadmifères.

Cent kilogr. de poussières cadmifères donnent environ 86 kilogr. de crasses zincifères.

Les poussières enrichies contiennent, en moyenne, 6 p. °/₀ de cadmium.

Cent kilogr. de poussières cadmifères donnent 13 kilogr. de poussières enrichies.

Les poussières enrichies pendant la journée et pendant la nuit précédente, sont mélangées avec un peu de terre houille et chargées dans les trois creusets placés à la partie centrale ; la charge faite, on met à la gueule du creuset un peu de terre houille pour réduire l'oxyde de cadmium, qui peut se produire en cet endroit ; on adapte les tubes, dont on ferme l'ouverture avec un bouchon en bois, percé suivant son axe pour empêcher la sortie d'une trop grande quantité de vapeur de cadmium, mais qui laisse passer librement les gaz oxyde de carbone

(1) Avant d'adopter définitivement les creusets et les tubes en fonte, on a essayé des creusets et des tubes en terre réfractaire; les creusets en terre se laissant plus facilement traverser par la vapeur de cadmium, il y avait une perte sensiblement plus forte ; lorsque l'on employait des tubes en terre, on obtenait une forte quantité de poussières cadmifères, tandis que, dans les tubes en fonte, il se déposait une plus forte proportion de métal à l'état de globules ou de gouttelettes.

Comme les creusets en fonte se dégradaient assez rapidement à cause de l'action oxydante de la flamme du foyer et de l'air froid, qui les frappait lorsqu'on ouvrait la porte, on les a placés dans des creusets en terre réfractaire ; mais on a dû abandonner cette disposition, parce que la bonne marche de la réduction était plus difficile à obtenir.

On a aussi employé des creusets en terre réfractaire recouverts d'un vernis; le vernis n'a pas empêché le passage des vapeurs de cadmium à travers la terre, qui, quoi qu'on fît, était toujours trop poreuse.

Enfin on a essayé, mais également sans succès, des creusets en terre de section ovale aplatie.

qui se forment pendant la réduction. On place ensuite les allonges sur les tubes. En même temps, on charge les autres creusets avec des poussières cadmifères à enrichir. On enrichit ainsi par jour, environ 200 kilogr. de poussières cadmifères, tout en réduisant les 26 kilogr. de poussières enrichies.

Le cadmium réduit se loge dans le tube; on l'enlève avec un petit grattoir après avoir ôté l'allonge, on le recueille dans une cuillère en fer et on le coule dans une forme ou moule en fonte, en bâtons de 0m 16 de longueur et 0m 008 de diamètre.

Pendant tout le travail, la température du four ne doit pas dépasser celle qui est nécessaire à la réduction et à la volatilisation du cadmium (chaleur rouge cerise); si la température était plus élevée, on réduirait du zinc en forte quantité et on obtiendrait du cadmium fort zincifère (ce qui a toujours lieu à la dernière coulée, parce qu'on est obligé d'augmenter un peu la température à la fin de l'opération pour volatiliser ce qui peut rester de cadmium non réduit); de plus, avec une température trop élevée, les creusets en fonte seraient fortement attaqués par le zinc et perforés en peu de temps.

Lorsque la distillation du cadmium a commencé, on continue à tirer hors des tubes, toutes les heures et même plus souvent, le cadmium réduit et on le coule dans les formes. Il faut tirer le cadmium le plus souvent possible pour ne pas le laisser trop longtemps en contact avec les tubes en fonte, sur lesquels il réagit comme le zinc en dissolvant du fer, ce qui lui fait perdre de ses qualités.

DIVERSES QUALITÉS DE CADMIUM

La société de la *Nouvelle-Montagne* classe son cadmium en trois qualités, suivant la pureté :

1° Cadmium 1re qualité. C'est du cadmium très-pur, facile à plier, et produisant, lorsqu'on le plie près de l'oreille, un bruit analogue à celui que l'on entend lorsqu'on courbe l'étain.

2° Cadmium de 2e qualité. C'est celui qui contient 75 p. % de cadmium et 25 p. % de zinc et matières étrangères; il est difficile à plier mais ne casse pas encore.

3° Cadmium de 3e qualité. Il ne s'y trouve que 40 p. % de cadmium; il ne peut être plié sans se casser; il contient du fer.

Avec 13 kilogr. de poussières enrichies, équivalant à 100 kilogr. de matières brutes, on obtient en moyenne :

0k 345	de cadmium	de 1re	qualité.
0 121	id.	2e	id.
0 187	id.	3e	id.

Les résidus provenant du traitement des poussières enrichies renferment encore jusqu'à 0,30 p. °/₀ de cadmium ; mais on ne peut arriver à en retirer ce métal, parce qu'il s'y trouve à un état moins facile à réduire que celui que renferme le minerai brut, et parce qu'ils ne contiennent plus assez de zinc pour couvrir les frais de traitement.

PRIX DE REVIENT DU CADMIUM

Quant au prix de revient du kilogr. de cadmium, il dépend naturellement de la valeur que l'on donne aux poussières, de leur teneur en cadmium et de la bonne conduite de l'opération.

Voici des chiffres formant la moyenne de plusieurs années de traitement à la Nouvelle-Montagne :

Teneur moyenne des poussières en cadmium.....	1,61 p. °/₀
Cadmium pur obtenu directement p. °/₀ de poussière...	0,36
Rendement total en métal de 1re, 2e et 3e qualités p. °/₀ poussières.....	0,64
	kil.
Production moyenne de cadmium par année.....	148,9
Coût de la main-d'œuvre par kilogr. de cadmium produit..... fr.	2,38
Dépense en cornues (fonte) par kilogr. de cadmium produit..... fr.	1,29
Dépense en charbon par kilog. de cadmium produit.fr.	1,81
Dépenses diverses, réparations des fours etc., etc., par kilogr. de cadmium produit..... .fr.	4,06

Ces chiffres montrent qu'il n'y a pas très-grand bénéfice à retirer le cadmium des minerais qui en contiennent aussi peu que ceux de la Nouvelle-Montagne ; pour bien marcher, il faudrait des minerais comme on en rencontre dans certaines mines, et notamment en Silésie, qui tiennent jusqu'à 2 et 3 p. °/₀ de cadmium.

De cent parties de cadmium contenu dans les poussières, on retire à

la Nouvelle-Montagne, à l'état métallique.....	32,75 p. °/₀
La perte par les résidus est de.....	20,35
La perte par volatilisation est de.....	46,90

Quand des poussières contiennent moins de 1 p. °/₀ de cadmium, on ne trouve plus bénéfice à les traiter.

DISTILLATION DU CADMIUM DE 2e ET 3e QUALITÉS

Le cadmium que l'on obtient au commencement du traitement d'une charge est pur, c'est la première qualité ; mais celui de 2e et surtout

celui de la 3e qualité sont impurs et doivent être purifiés ; la 3e qualité est produite à la fin de l'opération, alors qu'on élève la température pour faire distiller le cadmium qui se trouve encore dans le creuset ; mais cette élévation de température occasionne la distillation d'une plus forte proportion de zinc qui altère la qualité du cadmium et qu'il est assez difficile de séparer complétement.

La séparation du zinc que contient le cadmium zincifère a été l'objet de nombreux essais ; on a cherché à *distiller* ce cadmium ; mais les pertes étaient très-fortes, à cause de la rapidité avec laquelle ce métal s'oxyde et se volatilise ; en outre, le cadmium obtenu contenait toujours encore un peu de zinc, qui a été entraîné mécaniquement ou qui a distillé, et les résidus renferment de 5 à 10 p. % de cadmium ; enfin, comme on employait des vases ou cornues en fer, ces appareils étaient très-vite altérés et perforés, parce que le zinc fondu formait un alliage avec le fer.

Il a fallu chercher un moyen par voie humide.

Après plusieurs tentatives qui ont bien donné du cadmium pur, mais qui coûtait trop cher, on est arrivé à adopter le moyen suivant :

On dissout le métal dans l'acide hydrochlorique en employant deux litres d'acide pour un kilogr. de cadmium zincifère ; après dissolution complète, on ajoute de nouveau du métal ; le zinc contenu dans celui-ci précipite le cadmium de la solution acide, et l'on arrive ainsi à avoir une solution de chlorure de zinc et un précipité de cadmium pur pulvérulent.

Pour s'assurer de la précipitation complète du cadmium, on plonge dans la solution une feuille de zinc bien nettoyée ; si celle-ci n'est pas altérée, c'est qu'il ne se trouve plus de cadmium en dissolution. On décante alors la liqueur, on lave le précipité en le préservant le plus possible du contact de l'air pour empêcher son oxydation ; on en forme des boulettes que l'on introduit dans un fort sac en toile et on les comprime le plus fortement possible. On dessèche la masse en vase clos pour lui faire perdre le peu d'eau qu'elle contient encore, puis on la réduit en grenailles. On chauffe ensuite jusqu'au rouge une cuillère en fonte et l'on y place le cadmium pulvérulent, qui, après fusion complète, est coulé dans la lingotière.

On a reconnu par expérience que ce procédé est peu coûteux et donne lieu à de faibles pertes de cadmium.

M. le Dr Fr. GARRIGOU

RÉSULTAT DES ANALYSES D'EAUX MINÉRALES FAITES SUR UN MÈTRE CUBE D'EAU

— Séance du 25 août 1875. —

Depuis que la chimie a été érigée à l'état de science, une voie complétement nouvelle a été ouverte à l'hydrologie médicale. A l'époque où nous vivons, les études les plus sérieuses ont prouvé que, pour arriver à des résultats certains et utiles en hydrologie, il fallait faire concorder les données fournies par la chimie, la géologie et la médecine.

Persuadé que l'absence de connaissances exactes sur la composition vraie des sources médicalement employées était la cause des confusions qui règnent parmi les médecins au sujet de ces sources, j'ai cherché à combler la lacune qui existe chez nous dans cette partie de la médecine.

Il m'a semblé que, pour bien connaître une eau minérale, il fallait chercher à en doser ou du moins à en apprécier tous les éléments constitutifs. Afin de n'en laisser échapper aucun, j'ai entrepris les analyses de ce genre sur une grande échelle, en utilisant les résidus laissés par l'évaporation d'un mètre cube d'eau.

Je viens communiquer à l'Association française les résultats obtenus jusqu'à ce jour, persuadé, néanmoins, que des expériences souvent répétées conduiront à des résultats de plus en plus complets et exacts.

L'analyse se fait en deux parties, quel que soit le genre d'eau à étudier. Une première partie des dosages s'exécute au griffon, une seconde au laboratoire. C'est là ce que font tous les chimistes et tous les hydrologistes qui s'occupent de l'analyse des eaux minérales.

1° ANALYSE A LA SOURCE

L'acide carbonique et l'acide sulfhydrique, soit libres, soit à l'état de bicarbonate ou de sulfhydrate, sont chassés de l'eau par ébullition et sont fixés, le premier, au moyen de l'azotate de baryte ammoniacal, le second au moyen de l'azotate de cadmium. Le procédé de dosage est décrit dans mon étude chimique des eaux de Challes, page 32 (1).

(1) J'ai également donné dans les comptes rendus, et surtout dans les *Annales de chimie et de physique*, 5e série, tome III, 1874, un procédé de séparation du soufre de l'acide sulfhydrique et de celui des sulfures qui est exact.

Le soufre total est fixé par le carbonate de plomb ou par le nitrate de cadmium et dosé à l'état de sulfate. Dans bien des cas, la différence entre le soufre ainsi obtenu et celui que donne la sulfhydrométrie fait connaître les hyposulfites. Ce mode de dosage des hyposulfites est également recommandé par Bunsen.

L'oxygène et l'azote, dans l'examen des gaz, sont séparés au moyen du pyrogallate de potasse en ayant soin auparavant de détruire l'acide carbonique et l'acide sulfhydrique par une agitation suffisante en présence de la potasse. Il va sans dire que tous ces gaz sont recueillis sur le mercure pour faire la séparation de l'azote et de l'oxygène.

2° ANALYSE AU LABORATOIRE

L'eau, ayant été mise dans des bonbonnes parfaitement propres, est expédiée à mon laboratoire de Toulouse. La vérification du contenu des bonbonnes par les employés de l'octroi ne se fait plus à la sortie de la gare, mais dans mon laboratoire. Je suis parfaitement sûr, de cette manière, que l'eau arrive en bon état et sans avoir subi le contact de corps étrangers autres que le verre.

Le contenu de chaque bonbonne est vidé dans une bonbonne jaugée (toujours la même), et de là, par le moyen d'une pompe foulante à air, l'eau est montée et emmagasinée dans des bassins en fonte émaillée (émail à l'étain). Des siphons en verre conduisent l'eau dans des vases de Mariotte, qui maintiennent le niveau constant dans des évaporateurs de platine chauffés au gaz. Pour n'avoir aucune perte de chlorure, l'évaporation se fait lentement, sans que l'eau soit mise en ébullition. En régularisant l'écoulement de l'eau des siphons dans les vases de Mariotte, d'après la quantité d'eau qui s'évapore, et en maintenant un foyer à flamme d'intensité constante par un régulateur Giroud, on arrive à obtenir une évaporation assez bien réglée pour que l'on puisse l'abandonner pendant plusieurs jours de suite sans s'en occuper. Si l'on a une source constante de gaz, les appareils peuvent fonctionner nuit et jour sans aucun inconvénient.

Lorsque le liquide contenu dans les évaporateurs est devenu suffisamment concentré pour donner lieu à des dépôts dont l'épaisseur peut troubler la marche régulière de l'opération, on n'a qu'à retirer le liquide et les dépôts formés, en les recueillant dans de grandes capsules de porcelaine, et l'on remet l'évaporation en marche. Il faut généralement de 20 à 25 jours pour réduire ainsi un mètre cube d'eau, en se servant de deux évaporateurs.

Le liquide concentré et le dépôt sont répartis sur des dialyseurs alimentés par de l'eau distillée privée de matière organique. Il est aisé

de se procurer une eau semblable en la distillant en présence soit du permanganate de potasse, soit surtout de l'acide sulfurique.

Chaque matin, l'eau dialysée est concentrée au bain-marie dans des capsules de porcelaine, jusqu'à ce que le résidu salin traversant la membrane indique que ce résidu n'est plus composé que de sels à peine solubles. A ce moment, toutes les matières salines cristalloïdes qui ont traversé la membrane et qui sont déjà concentrées en partie, après avoir été réunies dans la même capsule sont évaporées à siccité à 100°. Les matières insolubles restées sur le dialyseur sont également desséchées à la même température.

En suivant cette marche, j'ai pu voir que la matière organique contenue dans le résidu des évaporations se trouve divisée en deux parties : l'une se comportant comme les substances cristalloïdes et traversant la membrane du dialyseur, l'autre se comportant comme les substances colloïdes, et restant sur la membrane (1).

La substance organique traversant le dialyseur, présente au point de vue de ses caractères physiques une particularité qui jusqu'ici m'a paru constante : c'est la couleur jaune verdâtre qu'elle communique à la masse saline évaporée à siccité (2). L'odeur de cette substance n'a pas été toujours la même, généralement elle est fade et un peu nauséeuse ; dans un cas elle se rapprochait assez de celle de la vanille.

Cette substance, que j'ai obtenue pour la première fois avec l'eau de Ravi (près Luchon), a présenté les caractères suivants. Elle était insoluble dans l'éther, soluble dans l'alcool, et après sa séparation de l'alcool par évaporation à siccité, elle devenait insoluble dans l'eau.

Le traitement par l'alcool entraînant la dissolution d'une certaine quantité de sels (nitrates, iodures, bromures, etc.), je n'ai pu jusqu'à présent perdre ces sels pour ne m'occuper que de la matière organique ; aussi ne puis-je en ce moment en donner une étude spéciale. Mais je serai prochainement en mesure de pouvoir en consacrer une certaine proportion à une étude complète.

Les sels dissous par l'alcool sont évaporés à siccité et divisés en deux poids égaux, permettant de faire le dosage des nitrates, des iodures et des bromures. On y recherche également les alcalis.

Les sels non dissous dans l'alcool sont repris par l'eau, acidulés par l'acide chlorhydrique, et traités pendant 24 heures environ par un courant d'acide sulfhydrique. L'on a ainsi les sulfures de la 6e et de la 5e section, dont on fait la séparation au moyen du sulfure de sodium

(1) M. L. L'Hôte m'avait fortement engagé à suivre ce procédé de recherche.

(2) Après plusieurs lavages à l'alcool, les sels perdent cette coloration verdâtre et reprennent leur blancheur naturelle.

fraîchement prèparé. Pour cela, les sulfures des deux sections sont rapidement recueillis sur un filtre, lavés avec une solution d'acide sulfhydrique, puis traités sur le filtre même par le sulfure de sodium, jusqu'à ce que le liquide passe parfaitement clair. On continue alors le lavage avec une solution d'acide sulfhydrique, pour enlever le sulfure de sodium en excès imbibant le filtre.

Les sulfures des deux sections étant ainsi séparés, les sulfosels formés par les sulfures de la 6e section, en solution dans le monosulfure de sodium, sont traités par l'acide chlorhydrique, précipités et recueillis sur un filtre.

Une parcelle infinitésimale de ces sulfures peut servir à un examen qualitatif, au moyen du procédé analytique par la flamme (réaction des flammes) dû à Bunsen (1). Cette parcelle sert généralement à déceler tant les métaux volatils (étain, antimoine, arsenic, tellure, sélénium) que les métaux non volatils. La séparation de chaque substance pour le dosage se fait par des procédés classiques et variés suivant les cas qui se présentent (2).

De même, les sulfures de la 5e section sont examinés par le procédé des flammes de Bunsen, et la séparation des métaux trouvés se fait par les procédés les mieux appropriés aux circonstances.

Le liquide primitif, acidulé par l'acide chlorhydrique et privé par l'acide sulfhydrique des métaux de la 5e et de la 6e section, est traité par le chlorhydrate d'ammoniaque et par le sulfhydrate d'ammoniaque, de manière à recueillir à l'état de sulfures les métaux de la 4e section, et à l'état d'oxydes ceux de la 3e, en même temps que l'acide phosphorique, pouvant exister dans l'eau sous forme de phosphate de chaux. Le précipité obtenu est recueilli sur un filtre, lavé à l'eau sulfhydriquée, ou mieux encore avec de l'eau tenant en solution quelques gouttes de sulfhydrate d'ammoniaque ; après cela, on le réunit dans une capsule dans laquelle on ajoute de l'eau légèrement acidulée avec de l'acide chlorhydrique, de manière à tout dissoudre, moins les sulfures de cobalt et de nickel. Le précipité insoluble, généralement minime, recueilli sur un

(1) La méthode dite Réaction des flammes de Bunsen, peu connue en France, consiste à porter, soit dans la flamme de réduction, soit dans la flamme d'oxydation d'un bec de Bunsen, au moyen d'une baguette d'amiante, une parcelle infinitésimale de métaux volatils, et à recevoir le produit de la volatilisation sur la partie convexe d'une capsule vernie remplie d'eau froide. Les dépôts de réduction ou d'oxydation ainsi obtenus sont examinés au moyen de réactifs (soude, acide iodhydrique, acide sulfhydrique, sulfhydrate d'ammoniaque, chlorure d'étain, nitrate d'argent, etc.), qui donnent des réactions d'une netteté parfaite.

Le grand avantage de cette méthode, c'est qu'elle permet de découvrir les traces les plus faibles de la plupart des métaux volatils.

(2) Je dois ajouter que, dans la plupart des grandes analyses, je consacre généralement 200 litres d'eau à l'analyse qualitative. De cette manière, le résidu total de l'évaporation du mètre cube d'eau est tout à fait intact pour l'analyse quantitative.

filtre et lavé, est ensuite desséché et examiné au chalumeau. Dans le liquide acide renfermant le fer, le manganèse, le zinc, l'alumine, le chrome, etc., l'acide phosphorique et la chaux, chaque substance est séparée par une série d'opérations classiques et qui ne varient guère.

Le liquide, ainsi privé des oxydes des quatre derniers groupes, est évaporé à siccité et calciné, puis traité à chaud par l'acide sulfurique, dans aussi peu d'eau que possible, de manière à précipiter la chaux, la strontiane et la baryte. D'autres fois, ces terres alcalines sont précipitées par l'acide oxalique. Elles servent, dans ce dernier cas, à faire la séparation de la chaux, de la strontiane et de la baryte. Je dois dire que le procédé préconisé pour cette séparation (transformation en nitrate d'abord, en chlorure ensuite, et séparation par l'alcool) est complétement inexact comme procédé quantitatif.

Dans le cas où il resterait encore dans l'eau des quantités notables de chaux avec la magnésie, le liquide précédent est traité par l'hydrate de baryte, qui précipite également l'excès d'acide sulfurique, dans le cas où l'on s'est servi de cet acide pour obtenir les terres alcalines. Le précipité est recueilli sur un filtre, où on le lave longtemps à l'eau chaude. Les liquides réunis sont privés de la baryte en excès par le carbonate d'ammoniaque. On filtre encore et on lave d'autant plus longtemps, et avec de l'eau d'autant plus chaude, que le précipité est plus abondant. Les alcalis contenus dans le liquide sont transformés en chlorures et concentrés. Lorsque le liquide est suffisamment réduit, on le passe dans une capsule de platine, où on l'évapore, à siccité d'abord, pour le fondre ensuite. Tour à tour, on dissout ces chlorures, on les filtre et on les refond, jusqu'à ce qu'il ne se forme plus d'hydrate de magnésie(1). A ce moment, on filtre une dernière fois, on fond et on les traite à chaud par une dissolution de chlorure de platine, qui permet de séparer la potasse, le cœsium et le rubidium pour l'examen au spectroscope. Dans le liquide restant, on cherche la lithine, qui se trouve avec la soude. Les dosages ne doivent jamais se faire sur une aussi grande quantité de produits, car les lavages n'enlèvent jamais complétement tous les sels alcalins (2). On opère, pour les pesées des alcalis, sur 10 à 20 litres d'eau. Cette quantité est très-suffisante.

(1) Quand il y a de la lithine, il faut faire une recherche spéciale pour cet alcali, car la chaleur rouge décompose le chlorure de lithium comme le chlorure de magnésium. Sans cette précaution, il peut arriver que l'on ne trouve pas de lithine.

(2) N'ayant pas été, tout d'abord, averti de ce fait, j'ai commis une erreur dans mes premières analyses des eaux de Capvern. Le calcul des combinaisons des éléments entre eux m'avait montré, ainsi qu'à M. l'ingénieur Peslin, que la somme des alcalis était trop faible par rapport à celle des acides. Mais, ne connaissant pas encore la cause d'erreur que je viens de signaler, j'ai dû publier quand même le nombre obtenu, en avertissant du fait. J'ai rectifié dans une nouvelle analyse.

Je n'hésite pas à dire qu'un grand nombre de dosages d'alcalis faits jusqu'ici sur les eaux, soit des Pyrénées, soit d'ailleurs, sont complétement faux. On n'y a jamais cherché la lithine, le cœsium et le rubidium ; tout y est compté comme soude et potasse. Comment se fait-il qu'on ait trouvé dans l'analyse combinée des nombres semblables à ceux de la simple analyse, énumérant les quantités de substances séparées? Tandis que le potassium a pour équivalent 39, la soude 23, et la lithine 6, on confond en un seul bloc la soude et la lithine. La lithine existant dans toutes les eaux des Pyrénées, il est donc impossible de compter sur l'exactitude des analyses connues jusqu'à ce jour, analyses dans lesquelles la lithine n'est même pas indiquée à l'état de traces.

C'est là une preuve irréfutable de ce que j'ai bien souvent reconnu ; c'est que les analyses calculées sont toujours le résultat d'une série de pesées rendues fausses par les calculs des combinaisons. Aussi je ne me sens nullement tourmenté d'avoir quelquefois, dans les résultats de certaines de mes analyses, des chiffres inexacts ; je crois qu'il vaut mieux une erreur parfaitement franche, plutôt qu'une erreur calculée, dans le but d'arriver à faire admettre un résultat sans valeur.

Cette portion de l'analyse étant terminée, il reste à s'occuper du résidu insoluble resté sur le dialyseur. On y recherche la matière organique, par calcination ; les métaux, par l'attaque au moyen de l'acide chlorhydrique, puis par le traitement successif par l'acide sulfhydrique, dans le liquide acide, par le sulfure de sodium, et enfin le sulfhydrate d'ammoniaque. Le résidu insoluble peut renfermer encore, après le traitement par l'acide chlorhydrique, une petite quantité de plomb, l'argent et le thallium (1).

Le chlore, le brome et l'iode sont dosés une seconde fois sur une quantité déterminée d'eau, et, d'une manière générale, le dosage fait sur la grande masse d'eau évaporée se trouve toujours trop faible. Il arrive même, dans certaines circonstances, que les deux derniers métalloïdes disparaissent complétement. C'est surtout lorsqu'ils sont peu abondants, et lorsque l'évaporation s'est faite au contact de l'air, sans avoir la précaution d'entretenir l'eau à l'état alcalin.

La silice et l'acide titanique sont recherchés d'après des procédés connus et ordinaires, de même que l'acide borique, le fluor, etc.

Lorsque l'on met tous les soins voulus à l'emploi des procédés de Bunsen, on peut faire sur des quantités minimes d'eau des analyses qualitatives excessivement complètes.

La source vieille des Eaux-Bonnes m'a fournie avec 10 litres les ré-

(1) Le thallium n'existe, jusqu'à présent, que dans une seule source analysée du groupe pyrénéen. Je ne puis en donner encore le nom, car l'analyse n'est qu'ébauchée.

sultats suivants : soufre, acides sulfurique, carbonique, silicique, phosphorique, nitrique, soude, potasse, rubidium, lithine, chaux, magnésie, alumine, fer, manganèse, plomb, cuivre et arsenic. L'expérience répétée sur *un litre* m'a donné les mêmes résultats.

A Luchon, sur 6 litres d'eau, j'ai pu constater : soufre, acide sulfurique, silicique, phosphorique, nitrique, carbonique, soude, potasse, lithine, fer, manganèse, cobalt, cuivre, plomb, antimoine? arsenic.

Voici du reste l'énumération des substances trouvées dans diverses eaux des Pyrénées, par les procédés ordinaires, par l'emploi du spectroscope et par celui des réactions des flammes. Les principales sources examinées sont les suivantes : Aulus, Ax, Barèges, Saint-Boès, Eaux-Bonnes, Eaux-Chaudes, Cadéac, Capvern, Cauterets, Gamarde, Luchon, Ravi, Saint-Sauveur, Salies-de-Béarn, Tremesaygues, etc.

La potasse, la soude, la lithine, l'ammoniaque, la chaux, la magnésie, le soufre, le phosphore, l'acide sulfurique, l'acide nitrique, le chlore, la silice, l'alumine, le fer, le manganèse, le cuivre, l'arsenic, se retrouvent dans toutes les eaux précitées, sans exception.

La strontiane existe à Aulus, Saint-Boès, Capvern, Tremesaygues, Eaux-Bonnes, où il y a également la baryte.

L'antimoine accompagnait en quantité très-faible, et même, dans certaines expériences, d'une manière douteuse, l'arsenic, à Aulus, Barèges, Capvern, Cauterets et Eaux-Bonnes.

Le tellure existe probablement à Aulus à l'état de traces. Dans l'expérience faite sur ces eaux avec le procédé des flammes de Bunsen, il était parfaitement à sa place avec les métaux du 6e groupe.

Si les réactions des flammes et des essais à blanc ne m'ont point trompé, le tellure existe dans la source de Hount-Caoude à l'état de traces très-notables, toujours avec les métaux du 6e groupe.

Le plomb existe à Aulus, Capvern, Eaux-Bonnes, Eaux-Chaudes, Gamarde, Luchon et Saint-Sauveur.

Le bismuth a été retrouvé à l'état de traces peu sensibles à Luchon, dans un examen que j'ai fait du résidu des eaux de cette station avec l'élève de Bunsen, qui a bien voulu me mettre au courant des méthodes spéciales de cet illustre savant.

Le cobalt, douteux encore dans les sources d'Aulus et des Eaux-Bonnes, existe dans celles de Saint-Boès, Capvern, Gamarde et Luchon, mais à l'état de traces.

Le cœsium et le rubidium existent à Ax, Luchon et Eaux-Bonnes. J'avais signalé le dernier de ces métaux dans les eaux d'Aulus à l'état de traces à peine sensibles après une analyse sur 1 mèt. cube d'eau. Une dernière analyse faite sur une même quantité de liquide ne m'a plus rien donné.

L'iode, absent à Ravi, se trouve à Saint-Boès, Eaux-Bonnes, Luchon et Salies-de-Béarn.

Le brome n'a pu être constaté par mes analyses que dans les eaux de Salies-de-Béarn, où il se trouve en assez grande abondance pour permettre, lorsqu'on le voudra, une petite exploitation commerciale.

Le fluor existe à Luchon et à Saint-Boès.

Enfin, le chrome s'est présenté à mon observation à Aulus.

Une première analyse, faite il y a deux ans sur 1 mèt. cube d'eau, m'a donné le chrome avec une grande netteté ; il était bien à sa place dans l'analyse avec les métaux du 3e groupe, avec l'alumine. Les réactions que j'ai obtenues ont été : un précipité vert, par la potasse, à l'ébullition, et une perle vert émeraude, avec le borax, dans tous les points de la flamme.

Actuellement, une nouvelle analyse faite sur 1 mèt. cube d'eau m'a donné une trace à peine sensible de chrome, toujours retrouvé avec les oxydes du 3e groupe. Les réactions ont été les suivantes : trace de chromate de plomb, fournissant, avec la perle de borax, une coloration verte dans tous les points de la flamme. Cette coloration verte a été comparée à une coloration semblable, fournie par une perle contenant une trace de chromate de plomb, et par une autre perle renfermant une trace de chromate de potasse. Les colorations étaient identiques. Seulement le chrome était infiniment moins abondant dans la seconde analyse que dans la première.

Tel est l'ensemble des résultats fournis par le nouveau genre d'étude auquel je me livre sur les eaux des Pyrénées. Ces résultats seront sans doute plus parfaits après de nouvelles recherches.

J'avais pu, dans d'autres occasions, faire déjà connaître ces importants résultats ; en les répétant ici avec les détails dans lesquels je suis entré, j'ai voulu pouvoir mettre les observateurs qui le désireraient en mesure de reprendre mes expériences, dont les résultats sont confirmés chaque jour dans mon laboratoire.

3e Groupe

SCIENCES NATURELLES

8e Section

GÉOLOGIE

PRÉSIDENT..... M. GOSSELET. Professeur de géologie à la Faculté des Sciences de Lille.

VICE-PRÉSIDENT..... M. DUFOUR, Directeur du Muséum d'Histoire naturelle de Nantes(1).

SECRÉTAIRE..... M. DUFET, Agrégé-préparateur à l'École normale supérieure.

M. LE COMTE DE LIMUR

SUR L'EXISTENCE DU JADE DANS LA BAIE DE ROGUEDA, PRÈS VANNES. — SUR LES PRODUITS MINÉRAUX DE LA BRETAGNE

— Séance du 20 août 1875. —

M. DUFET

Agrégé-préparateur à l'École normale supérieure.

DÉFORMATION DES FOSSILES CONTENUS DANS LES ROCHES SCHISTEUSES

— Séance du 20 août 1875. —

M. DUFET indique dans ce travail le moyen de retrouver la première forme de ces fossiles; et les résultats de cette méthode appliquée à la diagnose précise des espèces d'Ogygia contenues dans les couches de Sion (Loire-Inférieure).

(1) M. GOSSELET, président de la section, élu au Congrès de Lille, ayant été empêché d'assister au Congrès de Nantes, M. DUFOUR, vice-président, a dirigé les travaux de la section.

M. A. GUYERDET

Préparateur de géologie à l'Ecole nationale des Mines, attaché au service de la carte géologique détaillée de la France.

ANALYSE ET EXAMEN DU DÉPOT LAISSÉ PAR LES DERNIÈRES INONDATIONS DE LA GARONNE AU FAUBOURG SAINT-CYPRIEN A TOULOUSE

— Séance du 20 août 1875. —

M. l'abbé de Foville s'étant rendu à Toulouse très-peu de temps après les inondations et ayant bien voulu me rapporter des échantillons du dépôt qui s'est formé au faubourg Saint-Cyprien par suite des débordements de la Garonne, j'ai pensé qu'il y aurait un certain intérêt scientifique à analyser et à étudier ce produit.

On peut dire qu'au point de vue géologique, ces faits si extraordinaires d'inondation ont toujours une très-grande importance et qu'ils doivent être remarqués, car ils nous montrent des phénomènes récents qui, se passant sous nos yeux, peuvent en quelque sorte nous donner la mesure et la marche que des phénomènes anciens du même genre ont pu suivre.

Ainsi, pour certaines formations diluviennes des temps géologiques dont les conditions étaient sensiblement les mêmes, et les causes qui les ont produites peu différentes de celles que nous voyons, on peut penser que ces phénomènes ont eu la même action qu'aujourd'hui et qu'ils ont suivi le même ordre. De même en voyant la rapidité avec laquelle ces phénomènes récents s'accomplissent, il faut admettre généralement une durée moins grande pour les phénomènes anciens. On s'est souvent plu, par exemple, à exagérer leur durée et l'on a admis des conditions trop exceptionnelles, et quelquefois même tout à fait invraisemblables pour expliquer leur formation.

M. Surell (1) a déjà cité, à propos des torrents, des crues remarquables qui, ayant produit de grands dégâts, n'ont cependant pas duré une heure en tout.

L'inondation du mois de juin, si épouvantable et si désastreuse pour la ville de Toulouse n'a été que de très-courte durée, car les eaux se sont retirées très-rapidement. Elles n'ont guère séjourné plus de douze heures et avaient une puissance d'environ deux mètres cin-

(1) Surell, *Torrents des Alpes*, p. 37.

quante. Cependant le dépôt limoneux qui en est résulté a atteint dans plusieurs endroits une épaisseur de quinze à dix-sept centimètres.

Pendant l'inondation, les eaux étaient très-boueuses et très-chargées de matières solides, animées d'une grande vitesse, elles ont atteint une grande force, aussi ont-elles renversé presque tous les obstacles, même ceux qui semblaient les plus résistants.

L'abondance des matières solides tenues en suspension dans ces eaux était telle, que si ce grand phénomène d'inondation se produisait seulement trente ou quarante fois dans les mêmes régions, on pourrait avoir un dépôt aussi considérable que celui que l'on rencontre dans les formations géologiques dites diluviennes, c'est-à-dire ayant une puissance de dix à vingt mètres.

Suivant M. Elie de Beaumont (1), « la quantité spécifique de matières » terreuses que l'eau peut tenir en suspension est très-variable, elle » dépend surtout de la vitesse de l'eau et de la finesse plus ou moins » grande des matières. Plus les terrains ont de pente et de vitesse, et » plus ils ont de facilité pour maintenir les matières terreuses et » pierreuses en suspension. On a de la peine à se figurer jusqu'à quel » point les eaux des torrents peuvent en être chargées. On a cru pou- » voir calculer qu'il y a quelquefois en poids un huitième seulement » d'eau et sept huitièmes de matières terreuses ou pierreuses dans la » masse fluide qui suit la déclivité d'un ravin. »

Par leur disposition, tous les échantillons du dépôt limoneux de Toulouse montraient très-exactement l'épaisseur qu'il avait atteint, car on pouvait remarquer qu'à la partie inférieure, par exemple, adhéraient encore soit des fragments de roches ou des parties terreuses de l'ancien sol, qui s'y trouvaient au moment du phénomène, tandis qu'à la partie supérieure les éléments étaient de plus en plus fins et présentaient même, pour ainsi dire, la trace de l'agitation des eaux par leur aspect irrégulier.

Ce dépôt limoneux, examiné à la simple vue, étant encore humide, est argilo-sableux, de couleur jaunâtre, renfermant un grand nombre de paillettes de mica blanc et noir ; d'une très-grande ténuité, il est ferme et très-résistant, difficile même à entamer étant complétement desséché.

Vu au microscope après avoir été attaqué par l'acide chlorhydrique et lavé à l'eau, on reconnaît qu'il est presque entièrement composé de grains de quartz hyalin, translucides, souvent très-peu roulés et mélangés surtout d'un grand nombre de cristaux en débris soit de mica ou autres minéraux dont les parcelles extrêmement petites ne peuvent être définies.

(1) Elie de Beaumont. *Leçons de géologie pratique* (Paris, 1849), p. 38.

Sa densité apparente, prise dans le mercure, a été trouvée de 1,30.

Sa densité réelle, prise dans l'eau, est de 2,10.

Une analyse faite au laboratoire de l'Ecole des Mines sur un échantillon choisi de ce dépôt limoneux, a donné les résultats suivants pour 100 parties :

Sable très-fin, un peu micacé, séparé par lavage.	14.60
Argile	58.40
Peroxyde de fer	3.60
Chaux	6.60
Magnésie	4.30
Alcalis (soude)	0.60
Acide sulfurique	traces faibles.
Acide phosphorique	0.14
Acide chlorhydrique	traces faibles.
Perte par calcination	11.30
	99 54

On peut voir que, par sa composition chimique, ce dépôt a été formé principalement aux dépens des formations géologiques primitives occupant la région des montagnes formées surtout de roches granitiques, car la silice et l'alumine semblent y être les éléments dominants.

M. Durand-Claye (1) a analysé anciennement des limons pris dans la Garonne, aux environs de Bordeaux, qui diffèrent peu du précédent ; ils lui ont donné les résultats suivants, pour 100 parties :

Résidu argileux	67.77
Alumine, peroxyde de fer	14 »
Carbonate de chaux	9.17
Carbonate de magnésie	1.62
Azote	».14
Produits non dosés	7.18
	99.88

D'autres analyses peuvent encore être rapprochées des précédentes, parce qu'elles montrent une certaine analogie entre des produits divers qui, cependant, ont une origine analogue ou commune. Ce sont les limons des grands fleuves qui sont le résultat du charriage par les eaux rapides d'une grande quantité de particules solides, arrachées conti-

(1) *Revue de géologie* (1870-1871), p. 60.

nuellement aux formations géologiques avec lesquelles elles sont en contact.

Ces analyses sont les suivantes :

I. Limon ou lehm du Rhin, par M. Scheurer-Kestner (1) ;

II. Limon charrié par la Loire au pont de Tours, par M. Hervé Mangon (2) ;

III. Limon du Nil, desséché à 100°, par Lassaigne (3) ;

IV. Limon en suspension dans les eaux du Nil, par Houzeau (4).

I

Silice et sable	53.74
Alumine, oxyde de fer	7 »
Carbonate de chaux	29.19
Carbonate de magnésie	1.86
Chlorure de calcium	0.31
Acide sulfurique	traces
Eau hygroscopique	1.83
Perte au feu	6.91
	99.84

II

Résidu argileux	83.60
Alumine et peroxyde de fer	6.30
Carbonate de chaux	2 »
Azote	0.19
Carbone	0.69
Eau combinée et produits non dosés	7.22
	100 »

III

Silice	42.50
Alumine	24.25
Peroxyde de fer	13.65
Carbonate de chaux	3.85
Carbonate de magnésie	1.20
Magnésie	1.05
Acide ulmique et matière organique azotée	2.80
Eau	10.70
	100 »

IV

Argile et sable	60.71
Alumine	8.27
Oxyde de fer, magnésie et traces de phosphate	0.57
Carbonate de chaux et de fer	0.57
Sulfate de chaux	0.56
Substances organiques et perte	5.49
Eau	7.70
	83.87

Ces analyses, qui donnent des résultats peu différents de celle du dépôt limoneux de Toulouse, montrent de même la relation qui existe entre la composition chimique des limons des grands fleuves et la nature du terrain où ils ont pris naissance et celui sur lequel ils effectuent leurs longs parcours. Ainsi, suivant que les formations géologiques sous-jacentes renferment des roches siliceuses, alumineuses ou calcaires, les limons renferment des quantités plus ou moins grandes de silice, d'alumine ou de calcaire.

C'est d'ailleurs ce qui a été très-bien indiqué déjà, pour des faits de

(1) *Revue de géologie* (1865-1866), p. 73.
(2) Hervé-Mangon, *les Irrigations* (Paris, 1869), p. 163.
(3) Elie de Beaumont, *Leçons de géologie pratique* (Paris, 1845), p. 418.
(4) *Revue de géologie* (1870-1871), p. 61.

même nature, par M. l'ingénieur Cézanne (1), dans son remarquable ouvrage sur l'étude des torrents des Hautes-Alpes, lorsqu'il dit : « La » nature géologique des matières déposées par les torrents varie avec » celle des terrains qu'ils traversent. Chaque nature de terrain étant » accusée par une nature particulière d'alluvions. »

Plus loin, dans ce même ouvrage, M. l'ingénieur Cézanne indique aussi une classification rationnelle des matériaux solides qui résultent des torrents en disant : « La nature des matières amenées par les tor- » rents peuvent être divisées en quatre classes :

» 1° boue ; 2° graviers ; 3° galets ; 4° blocs. »

De même dans l'inondation de Toulouse, on peut dire qu'indépendemment du dépôt limoneux si puissant, on a trouvé aussi presque tous les éléments indiqués ci-dessus, c'est-à-dire, boue, graviers, galets, mais cependant très-peu de blocs.

M. Ch. VÉLAIN

Répétiteur des hautes études à la Sorbonne.

LES ILES SAINT-PAUL ET AMSTERDAM. — L'ILE DE LA RÉUNION

OBSERVATIONS GÉOLOGIQUES FAITES PENDANT LE VOYAGE DE LA MISSION CHARGÉE D'ALLER OBSERVER LE PASSAGE DE VÉNUS SUR LE SOLEIL A L'ILE SAINT-PAUL, SOUS LE COMMANDEMENT DE M. MOUCHEZ, CAPITAINE DE VAISSEAU

— Séance du 21 août 1875. —

Un grand événement scientifique a vivement préoccupé le monde savant pendant l'année qui vient de s'écouler. Un phénomène astronomique qui n'avait pas été vu depuis 1769 a mis en émoi les astronomes de tous les pays, et comme il n'était apparent que dans une partie relativement restreinte de la terre, circonscrite dans un triangle dont le sommet était en Sibérie et la base au pôle sud, des expéditions lointaines ont été organisées à grands frais par toutes les nations civilisées pour son observation, d'où devait découler la solution d'un problème des plus importants pour la science de l'univers : la détermination de la distance du soleil à la terre.

La France, au lendemain de désastres inouïs dans l'histoire, fidèle à ses anciennes traditions, tint à prendre, dans ce grand concours scien-

(1) Cézanne, *Etude sur les torrents des Hautes-Alpes* (Paris, 1870), t. I, p. 37.

tifique, le rang auquel elle devait prétendre, et sous l'impulsion d'un savant illustre, M. Dumas, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences, cinq stations furent organisées et envoyées avec un matériel considérable aux deux extrémités de la terre. Deux de ces missions, confiées à des officiers de marine savants et courageux, devaient atteindre dans l'hémisphère austral des terres peu connues, presque inexplorées ; aussi des naturalistes furent-ils adjoints à chacune d'elles, pour utiliser au profit de l'histoire naturelle ces deux voyages, qui devaient se faire dans des conditions si exceptionnelles.

L'Association française pour l'avancement des sciences ne voulut pas rester en arrière dans le grand mouvement scientifique qui se préparait, et, sur la proposition de M. H. de Lacaze Duthiers, membre de l'Institut, elle voulut bien me fournir les moyens d'accompagner celle de ces missions qui devait séjourner à l'île Saint-Paul, et à laquelle je fus en outre attaché en qualité de géologue par le ministre de l'instruction publique.

C'est donc à l'Association la première que je dois rendre compte de la mission qui m'a été confiée, et je viens aujourd'hui exposer devant vous les quelques observations intéressant la géologie, que j'ai pu faire pendant notre traversée et notre séjour dans ces parages lointains.

La mission, commandée par M. Mouchez, capitaine de vaisseau, dont je n'ai pas besoin de faire ici l'éloge, se composait de M. Turquet de Beauregard, lieutenant de vaisseau, qui devait aider notre commandant dans les observations astronomiques, M. le docteur Rochefort, médecin de 1re classe de la marine, M. Cazin, professeur de physique au lycée Condorcet pour la photographie, M. G. de l'Isle, botaniste ; enfin 14 matelots des équipages de la flotte, tous hommes d'élite, avaient été désignés pour nous accompagner sur l'île déserte, où nous devions séjourner plus de trois mois.

Je ne vous ferai pas l'historique complet de notre traversée : tout a été dit d'ailleurs sur la Méditerranée aux eaux bleues, sur l'isthme de Suez comme sur la mer Rouge, et la vitesse de l'*Amazone* ne nous permettait même pas d'entrevoir les richesses zoologiques des mers que nous traversions. Notre première relâche fut Aden : il nous fallut y attendre trois jours le départ du paquebot qui devait nous porter à la Réunion.

La presqu'île d'Aden, le Gibraltar de la mer Rouge, n'est autre chose, géologiquement parlant, qu'un massif volcanique encore peu étudié : la chaleur torride qui règne en cet endroit n'est, en effet, pas encourageante et rend les excursions bien pénibles. Des trachytes, des basaltes et des laves forment là une succession de massifs montagneux, arides, dénudés, dont les colorations vives et les cimes aiguës, bizarrement déchi-

quetées, ont de tout temps excité l'attention des voyageurs : c'est l'image de la désolation absolue. Toutes ces roches se présentent dans leur ordre de succession classique ; ainsi, à Steamer-Point, derrière les fabriques de glace, des trachytes, qui se sont épanchés en nappes sur des conglomérats volcaniques, sont traversés par des phonolithes rougeâtres qui sont à leur tour recouverts par d'autres trachytes très-particuliers à feldspath monoclinique, puis par des laves noires basaltiques accompagnées de conglomérats et de scories rougeâtres. Ces laves, généralement compactes et très-denses, sont parfois vacuolaires et passent à de véritables téphrines dont toutes les cavités sont en certains points, sous le sémaphore par exemple, remplies de cristaux de gypse. L'épanchement des trachytes récents a été précédé et même accompagné par des projections de ponces qui forment des amas irréguliers peu épais, cimentés par du gypse et recouverts par des roches vertes zonées qui ne sont autre chose que des obsidiennes dévitrifiées. Sur tout le littoral de la petite baie où mouillent les paquebots, se dépose actuellement un calcaire assez épais qui empâte, avec des débris de roches volcaniques, les coquilles des nombreux mollusques qui vivent dans la baie ; ce calcaire, près des docks de charbon des messageries, affleure sur la route, c'est-à-dire à deux mètres au dessus du niveau actuel de la mer, ce qui indique un exhaussement graduel de la côte. Tels sont les résultats des observations que j'ai pu faire sans trop m'éloigner du rivage, regrettant de ne pouvoir m'écarter un peu dans l'intérieur pour les compléter, en recherchant les traces des volcans d'où sont sorties toutes les coulées de laves du littoral, si bien conservées qu'elles semblent consolidées de la veille.

Le 18 août, le *Dupleix* levait l'ancre, et doublant le cap Guardafui, trouvait dans ces parages la mousson de S.-O., qui l'obligeait à faire un long détour avant de mettre le cap sur l'île de la Réunion. C'était là notre seconde relâche, nous allions y trouver un navire de guerre, la *Dives,* qui devait nous porter à l'île Saint-Paul.

L'île de la Réunion est une île entièrement volcanique, qui n'avait guère été explorée et sur laquelle on ne possédait d'autres renseignements que ceux fournis par Bory de Saint-Vincent, et plus récemment en 1852, par un ingénieur colonial, M. Maillard. Elle se divise orographiquement et géologiquement en deux parties très-distinctes ; la première à l'ouest est marquée par trois grandes vallées circulaires, produites par des effondrements, drainées par des rivières torrentielles, qui sont, dans le sud, la rivière Saint-Étienne, descendant du cirque de Cilaos ; dans l'ouest, la rivière du Mât, pour le cirque de Salazie, et dans l'est la rivière des Galets, qui débite toutes les eaux du cirque de Mafatte. Primitivement, le centre de ces trois dépressions était occupé

par un vaste cratère, dont les témoins, les vestiges, forment maintenant les points culminants de l'île ; tous les phénomènes volcaniques ont maintenant disparu de ce massif ancien. L'activité volcanique, qui a fait émerger l'île au sein de l'océan Indien, après s'être successivement déplacée de l'ouest à l'est, semble maintenant concentrée dans la seconde partie à l'est, où se trouve le volcan actuel, véritable soupape de sûreté qui, presque tous les ans, déverse dans le Grand-Brûlé des torrents de laves.

Au moment de notre arrivée à la Réunion, ce volcan était en éruption ; à peine étions-nous débarqués que j'organisai une petite expédition pour faire l'ascension du cratère ; les dispositions en furent vite arrêtées, grâce au concours bienveillant d'un médecin de Saint-Benoît, M. le docteur Jacob de Cordemoy, qui connaissait bien toute cette partie de l'île.

M. Rochefort, avec un de ses amis, M. le docteur Miorcec, médecin de l'infanterie de marine, M. de l'Isle et M. Cazin, avaient bien voulu m'accompagner. Ce dernier emportait tout un appareil photographique, pour prendre diverses vues du volcan et des points les plus intéressants de notre voyage.

Le volcan, entouré par de grandes coupées, par des enclos semi-circulaires, véritables remparts taillés à pic, souvent sur près de 100 mètres de hauteur, n'est guère accessible que de deux côtés : par les hautes plaines de l'intérieur ou par le Grand-Brûlé, c'est-à-dire en partant du bord de la mer pour gravir directement les pentes mêmes du cratère. Ce dernier chemin offre de grandes difficultés à cause de l'effondrement continuel des coulées de laves souvent friables et creusées de canaux longs et profonds sur lesquels il faut continuellement se tenir. On a pu descendre du volcan par cette voie dangereuse, mais je doute que personne, depuis Bory de Saint-Vincent, ait jamais tenté l'ascension de ce côté. C'est donc la première route que nous avons suivie : elle devait être plus longue, mais en même temps plus sûre.

Le 1er septembre, nous partions de Saint-Benoît pour nous diriger vers la plaine des Palmistes, notre première étape. Une route carrossable qui suit la Ravine-Sèche, conduit au hameau de Sainte-Agathe, situé à l'entrée de cette plaine à 974 mètres d'altitude ; c'est là que nous devions trouver notre escorte, c'est-à-dire un guide créole avec des porteurs pour nos instruments et nos vivres ; je me proposais de charger ces derniers au retour d'une bonne collection de roches volcaniques, vain espoir que je n'ai pu réaliser qu'en partie à cause de leur mauvais vouloir et de leur paresse superstitieuse. L'île de la Réunion est, on peut le dire, un véritable musée d'ethnologie : nul

pays, je crois, ne montre rassemblé dans un petit espace une pareille diversité de races amenées, soit par l'immigration, soit anciennement par la traite. Nos douze porteurs s'en ressentaient et formaient à eux seuls comme une collection des principaux types : c'étaient des Cafres robustes, un Malgache aux cheveux bizarrement tressés en mille petites nattes, puis des Indiens du Malabar et de Calcutta.

La plaine des Palmistes est entourée de tous côtés, sauf dans le nord-est, par des remparts à pic (1) qui peuvent atteindre jusqu'à 200 mètres de hauteur, et dont les pentes couvertes de végétation forment comme un rideau de verdure semi-circulaire, qui masque l'horizon ; c'est encore une vallée d'effondrement bien marquée et non un ancien cratère ouvert au nord-est, comme le pense Bory de Saint-Vincent. Son niveau varie entre 930 mètres et 1,100 mètres ; elle forme par conséquent un plateau en pente douce dont le sous-sol est constitué par une lave grisâtre, scoriacée, analogue à celle sur laquelle glisse le chemin de la plaine sur le bord de la Ravine-Sèche. De la plaine des Palmistes, il nous fallait nous élever à celle dite des Cafres en franchissant le rempart de la Grande-Montée ; ce fut une ascension sinon difficile, du moins longue et pénible, à cause de l'abrupte du rempart, dont nous atteignions le sommet (1,560^{m}) vers 1 heure de l'après-midi. La température était alors + 14°, c'est-à-dire moitié moindre que celle qui devait régner sur le littoral.

La plaine des Cafres, d'une altitude moyenne de 1,600 mètres, forme une partie déclive, une sorte de selle ou de col, entre ces deux parties de l'île qu'on peut distinguer sous les noms de Massif ancien et de Massif récent. C'est une plaine assez inégale, inclinée vers le S.-O., c'est-à-dire en sens inverse de celle des Palmistes, et formée d'une succession de petits plateaux échelonnés, entrecoupés de monticules arrondis couverts de végétation.

Le sol, qui résulte de la désagrégation des laves, y est très-argileux ; aussi toute cette savane présente des pâturages frais pendant la sécheresse, et se change en un vaste marécage dans la saison des pluies. Son étendue en longueur est d'environ deux lieues. Nous devions la traverser en biais pour nous diriger vers ces cônes volcaniques qu'on nomme les Pitons des Forges, de Villiers et Dugain, et de là gagner les hauts de la rivière des Remparts, afin d'aller coucher dans la caverne des Lataniers. Mais, dans cette seconde partie de notre course, nos porteurs peu courageux, fatigués, du reste, par la longueur du chemin et des montées incessantes, nous créèrent de réels embar-

(1) Au sud-ouest, rempart de la Grande-Montée; au nord-ouest, rempart des Songes; au sud-est, remparts des Tabacs et de Saint-François.

ras. Le froid, vers la fin de la journée, était devenu assez vif : nous les harcelions sans cesse pour éviter une halte qui serait devenue fatale, en les menaçant d'abandonner dans cette région inhospitalière ceux d'entre eux qui s'arrêteraient. Cette menace fut, à notre grand regret, mise à exécution. Il nous fallut en laisser deux, vers quatre heures, au milieu des Ambavilles, après avoir réparti leurs charges sur chacun de nous. Cette résolution fit grand effet sur le reste de la troupe, qui reprit sa marche en avant jusqu'à la tombée du jour. La nuit nous surprit en haut de la rivière des Remparts, avant que nous ayons pu atteindre le terme de notre course, et nous dûmes camper sur le sol nu, au pied d'un petit monticule couvert d'un sable volcanique formé de petits fragments anguleux d'obsidienne. Le thermomètre marquait alors + 3°; la toile noire que M. Cazin avait emportée pour la photographie fut étendue sur nos têtes pour nous garantir un peu de la brume, qui se résolvait en une petite pluie fine et pénétrante. Nos porteurs se groupèrent autour d'un feu d'herbes et d'arbustes morts, qu'ils entretinrent toute la nuit. Le lendemain, au lever du soleil, le sol paraissait s'être soulevé tout autour de nous; les fragments d'obsidienne étaient exhaussés de plusieurs centimètres sur des prismes de glace qui s'étaient formés pendant la nuit aux dépens des évaporations du sol. La température était, en effet, descendue à — 2°. Ce phénomène singulier, déjà observé par M. Maillard, en 1853 (1), dans la plaine des Sables, surprit au plus haut point notre Malgache, pour qui la glace était, du reste, chose toute nouvelle.

Du haut de la rivière des Remparts, la vue s'étendait magnifique sur toutes ces montagnes élevées qui constituent le massif ancien de l'île ; en face de nous se dressait, au dessus des nuages, la chaîne des Salazes, avec son point culminant, le piton des Neiges, qui surplombe à la fois le cirque de Cilaos et celui de Salazie ; ses pentes s'inclinaient régulièrement vers les plaines de Belouve et des Salazes, et de chaque côté les abruptes de la plaine des Fougères et du Grand-Benard dirigés vers ce massif, indiquaient les affaissements qui l'ont ainsi isolé au nord et au sud. (Planche IV.)

Vers onze heures nous atteignions la caverne des Lataniers, après avoir été visiter un vaste cratère d'explosion, le cratère *Commerson*, bien singulièrement situé sur le bord même des magnifiques escarpements qui forment la grande coupée au fond de laquelle coule la rivière des Remparts ; puis de là nous nous dirigeâmes vers le pas des Sables (2,380^{m}), pour franchir le premier enclos du volcan.

Le cône volcanique actuel est en effet précédé de deux grands

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 2^{e} *Série*. T. 10, p. 499.

cirques, produits par des affaissements qui ont donné lieu à de véritables murailles circulaires taillées à pic sur plus de 100 mètres de hauteur et qu'on nomme *les Enclos*. Il ne reste plus du premier qu'une faible partie ; sa paroi surplombe dans le N.-E. la rivière de l'est, dans l'est la plaine des Sables, mais dans le sud on ne la reconnaît plus aussi facilement ; elle se prolonge de ce côté par la grande coupée de la rivière de l'Angevin, dont la formation est postérieure.

La plaine des Sables (2,300^{m} environ), que circonscrit ainsi un rempart basaltique, est formée d'une lave noire compacte, recouverte d'une couche de petits fragments anguleux, assez réguliers, de lave vitreuse souvent épaisse de plus de deux mètres. Dans le lit des petits ravins qui débitent ses eaux, on remarque en outre une accumulation considérable de cristaux d'olivine et d'augite, qui proviennent de la désagrégation de certaines roches rejetées par le volcan et composées presque uniquement de ces deux minéraux. Elle est entrecoupée de petits cônes de scories et de cratères aux formes absolument géométriques, dont les coulées peu étendues semblaient consolidées de la veille. Il nous fallut en contourner plusieurs avant d'arriver sur l'arête du second enclos, que nous devions franchir au pas de Belcombe (3,400^{m} environ). Le diamètre de ce dernier est de 5,000^{m}, il est disposé en fer à cheval et se prolonge dans l'est par deux grandes murailles parallèles, qui se nomment d'une part le Rempart du Bois-Blanc, et de l'autre, Rempart du Tremblet, et qui circonscrivent le Grand-Pays-Brûlé. C'est là le massif du volcan proprement dit. Il était cinq heures quand nous atteignîmes le haut du Rempart ; l'abrupte était effrayant et paraissait complétement à pic sur plus de 250^{m} de hauteur. Dans le bas, des laves d'une couleur sombre s'étalent en une sorte de plate-forme qui sert de base à la montagne volcanique, dont elles recouvrent également les pentes ; il s'en détache, au pied du rempart, un petit cône de scories, admirable de conservation, que Bory a nommé pour cette raison le *Formica-Leo*.

Malgré l'heure avancée de la journée, je ne pus résister au désir de parcourir cette plaine de lave, et je tentai la descente avec MM. Rochefort et de l'Isle ; en nous aidant des quelques arbustes qui poussent comme à regret dans les anfractuosités de cette muraille, et après un nombre infini de lacets, nous arrivâmes non sans difficultés au pied de l'escarpement. Le formica-leo, qui, vu d'en haut, paraissait très-rapproché, était encore à plus de 300 mètres de nous ; nous n'eûmes que bien juste le temps d'arriver jusqu'à lui. C'est un cône très-étalé, parfaitement régulier, haut de 15 mètres sur 1,000 à 1,200^{m} de base, qui présente au sommet une ouverture large d'environ 80^{m} et profonde de 6^{m} ; il est entièrement formé de scories vivement colorées en noir, en jaune ou surtout en rouge vif.

Le lendemain, après avoir couché sous une sorte de caverne creusée dans le rempart même, nous gravissions les pentes du volcan pour arriver au cratère actuel. Cette ascension longue et pénible nous demanda près de six heures. Notre guide, qui n'avait jamais franchi sans doute le pas de Belcombe, ignorait le chemin ; il nous fallut, au prix de mille détours, en chercher un nous-mêmes. A notre arrivée sur la bouche du cratère brûlant, tous les phénomènes volcaniques avaient cessé ; sur les pentes se détachait en noir une coulée de lave vitreuse, qui s'était fait jour par des fissures ouvertes à 100 mètres environ du sommet. La lave refroidie formait au fond de ce cratère comme une croûte solide largement fissurée : des vapeurs abondantes s'échappaient en divers points des parois, qui montraient des couches alternatives de laves et de scories noires ou rouges, recouvertes en certains points comme d'un enduit blanchâtre que j'ai pu détacher près du sommet, et qui n'était formé que de petits cristaux de gypse. La dernière coulée s'était épanchée de l'orifice même du cratère pour se diriger vers la plaine des Osmondes. Elle était peu étendue et formée d'une lave tout à fait vitreuse d'un noir bleuâtre, très-scoriacée à la surface. Dans les nombreuses et profondes fissures qui la traversaient, le thermomètre montait rapidement à 72° à deux mètres de profondeur ; près de la surface, la lave avait encore une température de 50° 7′. Des vapeurs d'eau chargées d'acide chlorhydrique s'en dégageaient par intermittences assez rapprochées, ainsi qu'en divers points au pied des escarpements qui précèdent immédiatement le cône volcanique. Un petit enclos d'une hauteur de 60 mètres environ, qui ne paraît pas avoir encore été signalé dans les diverses descriptions données du volcan, sépare le cratère actuel du cratère ancien. Le massif du volcan se compose, en effet, de deux pitons distants de 1,200 mètres environ, dont l'un, plus élevé (2,625 mèt.), supporte le cratère Bory, éteint depuis le commencement de ce siècle, tandis que l'autre (2,515 mèt.), qui s'est formé après coup, supporte le cratère brûlant. (Planches IV et V.)

J'aurais beaucoup à vous dire sur ce volcan, sur la nature et la fréquence de ses coulées, sur les nombreux cônes éruptifs qui se voient dans la plaine des Laves et surtout entre le rempart de Bellecombe et la plaine des Sables, mais j'ai hâte d'abréger mon récit pour arriver à l'objet principal de ma mission, c'est-à-dire à la description de l'île Saint-Paul.

Notre retour à Saint-Denis se fit rapidement ; nos porteurs se refusaient obstinément à prendre les roches que j'échantillonnais à chaque pas : les uns, stupides, me disaient que les pierres étaient assez nombreuses sur le littoral et qu'il était inutile d'en rapporter de si haut ; les autres, plus rusés, affectaient une superstition grossière et ne vou-

laient pas toucher à ce qui provenait du *feu du bon Dieu*, c'est-à-dire du volcan, dont la vue les avait vivement impressionnés, dans la limite du moins de ce qu'ils pouvaient ressentir. Il me fallait alors user d'un subterfuge et profiter de la nuit pour glisser chaque soir dans leurs sacs ma collecte de la journée.

Aussitôt notre retour à Saint-Denis, nous embarquions sur la *Dives*, qui bientôt après levait l'ancre et faisait route pour l'île Maurice, où nous devions rester trois jours avant d'appareiller pour Saint-Paul.

C'est dans l'après-midi du 23 septembre, après douze jours d'une traversée où les mauvais temps ne nous firent pas défaut, que l'île nous apparut pour la première fois, dans la brume, sous la forme d'un ellipsoïde assez surbaissé.

La *Dives*, après avoir contourné l'île par le nord, vint chercher dans l'est un mouillage sur un petit plateau qui résulte de l'effondrement d'une des parois de ce cratère. Le temps était sombre et froid, la mer brisait avec violence contre les hautes falaises et déferlait dans la passe ; il eût été téméraire de chercher à débarquer, mais le lendemain notre commandant put mettre pied à terre pour reconnaître l'île et choisir l'emplacement de son futur observatoire.

Les péripéties de notre installation à Saint-Paul sont maintenant trop connues pour que je veuille les rappeler ici. Tout le monde sait la tempête qui, au lendemain de notre arrivée, mit notre navire en détresse et le rejeta à 150 milles dans le sud, menaçant de tout compromettre. Notre retour au mouillage de Saint-Paul et par conséquent le succès de notre mission, doit être tout entier rapporté au commandant Mouchez, qui sut triompher de tous les obstacles et parer à tous les dangers.

Les îles Saint-Paul et Amsterdam, situées sur la route directe des bâtiments à voiles qui vont d'Europe en Australie ou dans les mers de Chine, sont connues depuis fort longtemps, et leur découverte, attribuée à tort à Van Vlaming en 1696, date du célèbre voyage autour du monde de Magellan. Ce sont en effet les compagnons de ce grand navigateur qui virent pour la première fois l'une de ces îles, la plus grande et la plus haute, celle que nous appelons aujourd'hui *Amsterdam*, le 18 mars 1522. Plus tard, l'une de ces îles, vue par des navigateurs hollandais (1617-1619), fut appelée par eux *Zeewolffs-Eyland*, île des loups marins, puis *Saint-Paul*. Enfin, en juin 1633, le gouverneur Van Diemen, en se rendant aux Indes hollandaises, passa entre les deux îles, les vit toutes deux et laissa à celle qui se trouvait plus au sud le nom de *Saint-Paul*, tandis qu'il donnait à l'autre le nom du bâtiment qui le portait, *Nieuw-Amsterdam*.

La position des deux îles fut dès lors bien connue ; elles servirent

de point de repère aux navigateurs qui se rendaient du Cap aux possessions néerlandaises ou en Chine, et de nombreuses relations de voyages signalèrent les traits caractéristiques de chacune d'elles : leur abord difficile au milieu de la brume qui les enveloppe constamment, le nombre considérable de loups marins et d'oiseaux de mer qui les habitent. Mais tous ces renseignements étaient bien incomplets et ne devinrent plus précis qu'en 1857. C'est en effet à cette date que la frégate autrichienne *la Novara* vint mouiller devant Saint-Paul, pour en faire l'hydrographie. La frégate avait à son bord un géologue éprouvé, Ferdinand Von Hochstetter, qui venait d'explorer la Nouvelle-Zélande ; il donna de *Saint-Paul* une description géologique détaillée, mais il ne put parcourir *Amsterdam*, comme il l'aurait désiré ; après avoir pendant toute une journée cherché à y débarquer, il fut obligé à son grand regret, ainsi qu'il le déclare lui-même, de regagner le bord sans avoir pu pénétrer dans l'intérieur.

D'Entrecasteaux, au début de son voyage à la recherche de la Pérouse, était passé sous Amsterdam, et Beautemps-Beaupré en avait relevé sous voiles la côte S. et S.-O. Tout récemment, en 1873, une frégate anglaise, la *Pearl*, vint toucher à Amsterdam, et le capitaine Goodenough, qui la commandait, en publia une carte, mais bien incomplète, faite en partie d'après les documents de Beautemps-Beaupré, et qui prouve évidemment que l'intérieur de l'île n'était pas encore connu. Plus heureux que mes devanciers, j'ai pu, avec M. de L'Isle, faire de cette dernière une exploration complète, et les documents que nous en avons rapportés, après deux séjours consécutifs, ne sont certes pas un des moindres résultats de notre mission.

Ces deux îles, perdues au milieu de l'océan Indien, à plus de 500 lieues de toute espèce de terre, sont entièrement volcaniques, et, quoique situées à peu de distance l'une de l'autre (42 milles), elles sont aussi différentes que possible et par leur forme et par leur constitution. En effet, tandis que dans l'une, celle du sud, l'activité volcanique s'est concentrée en une bouche unique ; dans l'autre, elle semble s'être divisée en une multitude de cratères, qui s'étagent les uns au dessus des autres, de manière à donner une terre haute de près de 900 mètres. Ce sont ainsi deux foyers distincts éruptifs qui ont surgi séparément au sein de l'Océan, à une date relativement récente. Les documents fournis par les anciens navigateurs sont en effet suffisamment précis pour montrer que les dernières éruptions n'y sont pas très-anciennes, et, de plus, l'une d'elles en est encore à une certaine période d'activité volcanique. A Saint-Paul, on constate en effet des sources thermales et des dégagements gazeux abondants, et la température du sol est encore, dans certains points, très-élevée.

La forme de cette dernière est tout à fait caractéristique ; elle indique clairement sa nature et son mode de formation. C'est un vaste cratère, aujourd'hui effondré vers le N.-E., dans lequel la mer pénètre maintenant par l'échancrure qui s'est faite dans sa paroi. Un lac, dont la tranquillité relative contraste singulièrement avec l'agitation continuelle des flots à l'extérieur, remplace maintenant la lave incandescente qui devait autrefois remplir complétement ce cratère. M. de Hochstetter a pensé que ce cirque intérieur était autrefois occupé par un cône central de scories et de cendres qui devait s'élever à deux fois la hauteur actuelle de l'île, et que c'est par suite de l'affaissement de ces masses centrales dans le canal d'éruption que le bassin circulaire actuel s'est produit ; mais je doute que ce cône de scories ait jamais existé, et je suis plus porté à ne voir dans l'île Saint-Paul qu'un ancien cratère analogue à celui du Mauna-Loa, dans les îles Sandwich. On retrouve, en effet, sur toute la paroi du cirque, des traces évidentes des oscillations de la lave, qui devait, à chaque éruption, se déverser pardessus les bords pour former les pentes régulières et peu inclinées de l'extérieur.

La forme primitive de l'île est encore indiquée par son relief sous-marin. En effet, tandis que, du nord au sud par l'ouest, les grands fonds sont assez rapprochés de terre, vers l'est, au contraire, en face de l'échancrure, on remarque un plateau assez étendu, au delà duquel les fonds tombent brusquement, et qui montre la partie aujourd'hui affaissée suivant une ligne de fracture dirigée du nord-ouest au sud-est. Les falaises restées debout, hautes de plus de 200 mètres, sont complétement accores ; elles montrent clairement la constitution géologique de l'île, qui se compose d'un massif de roches trachytiques particulières, autour duquel sont venus s'épancher des basaltes, puis des laves. En face d'un rocher singulier, la Roche-Quille « Nine-pin Rock », séparé de l'île par un éboulement, on voit au N.-E. une coupe entièrement nette, où l'histoire géologique du volcan se dévoile dans tous ses détails. Ce sont, d'abord, des roches trachytiques particulières, des rhyolithes, qui forment un piton élevé supportant des tufs ponceux, des ponces et des obsidiennes (perlites et marekanites). Les premiers produits éruptifs qui ont donné naissance à l'île sont donc acides et vitreux. Ils deviennent ensuite basiques avec des dolérites aux grands cristaux de labrador et d'augite, qui forment d'énormes filons dirigés du N.-E. au S.-O., et dont l'émission a été accompagnée puis suivie par des éruptions sous-marines de tufs chargés de cristaux d'anorthite. Enfin, avec des basaltes, puis des laves, l'île a pris la forme caractéristique sous laquelle nous la voyons aujourd'hui. Ces dernières roches deviennent très-feldspathiques. Le feldspath, qui est triclinique, y

semble d'autant plus développé que la roche est relativement plus récente. Enfin, dans une dernière période qui appartient à l'époque actuelle, l'île devient le théâtre de phénomènes geyseriens, qui amènent des masses considérables de silice, dont le premier effet a été de modifier singulièrement les roches déjà formées. Ces phénomènes ont été particulièrement intenses dans le N.-E., et par suite de l'action dissolvante des sources thermales et des dégagements acides, les laves et les basaltes décomposés se sont effondrés. Dans toutes les falaises à pic du N.-E., les traces de ces anciennes sources sont des plus évidentes. Les rhyolites et les tufs ont été, en certains endroits, tellement surchargés de silice, qu'ils passent à la meulière; les dolérites et les basaltes sont tapissés d'hyalite, et dans les vacuoles de ces roches, le long des fissures qui servaient autrefois comme de canaux aux dégagements, de nombreuses zéolithes sont venues cristalliser, avec un grand nombre d'autres silicates, de la wollastonite, de l'hauyne, un feldspath triclinique, etc.

Toute cette partie de l'île, battue sans cesse par une mer furieuse, s'effondre continuellement et les blocs résultant du démantèlement des falaises, roulés et réduits à l'état de galets, forment entre les lèvres de l'échancrure une chaussée large de 25 à 30 mètres et qui ne s'élève guère que de 7 à 8 mètres au dessus de l'eau. Cette chaussée, qui s'étend suivant un arc rentrant et sur laquelle la mer passe en partie dans les gros temps, est maintenant coupée en deux, vers son milieu, par une passe large de 80 mètres qui laisse communiquer le bassin intérieur avec la mer. La profondeur de cette passe n'est à mer basse que de 0^m 80, de sorte que les embarcations d'un faible tirant d'eau peuvent seules la franchir.

Cette circonstance était néanmoins très-favorable au débarquement du matériel considérable que le commandant amenait à Saint-Paul. Le calme dont on jouissait dans le cratère permit de mettre rapidement à terre tous les instruments de précision, difficiles à manier à cause de leur poids et de leur volume considérable, qui devaient servir à l'observation du passage de Vénus. En moins de trois jours, à l'aide des embarcations de la Dives et des chaloupes que les naufrages avaient amenées sur l'île, instruments, vivres pour six mois, matériel d'installation, tout était à terre, entassé pêle-mêle sur la chaussée du Nord, où devait s'élever plus tard l'observatoire astronomique. Pareil débarquement eût été impossible à Amsterdam, qui, plus grande et largement pourvue d'eau douce, nous eût offert plus de ressources. A Saint-Paul, il fallut débarquer une machine distillatoire, qui fonctionna pendant toute la durée de notre séjour pour nous fournir la provision d'eau nécessaire. Au pied du pic élevé qui domine la chaussée du Nord, sur le

revers intérieur du cratère, des pêcheurs et des naufragés avaient entaillé un terre-plein pour construire des habitations en pierre sèche; il nous fallut réparer ces constructions grossières, que les ouragans avaient en partie détruites, et les couvrir avec des voiles, avec des épaves de navires qui couvraient les deux jetées. Au mois de septembre, notre installation était terminée et les cabanes des lunettes méridiennes, des grands équatoriaux et de la lunette photographique, s'élevaient sur la jetée, défendues du côté du large par des remparts de galets pour les mettre à l'abri des coups de mer et reliées entre elles par des sentiers qui avaient coûté bien des efforts. Enfin dans le fond du cratère, à l'aide des panneaux, des boiseries, arrachés à la *Megera,* navire anglais de 400 hommes d'équipage, qui s'était échoué en 1872 dans la passe, nous avions édifié un véritable laboratoire d'histoire naturelle pour préparer et emmagasiner les collections nombreuses que nous devions rapporter.

Les parois intérieures du cratère présentent des falaises escarpées, hautes de plus de 200 mètres, complétement à pic dans leur tiers supérieur et s'inclinant dans le bas vers la mer par des talus à 45 degrés. Elles sont à peu près inaccessibles, sauf en deux ou trois points, où l'escalade n'exige que de la fatigue avec un peu d'adresse. Mais l'ascension n'est en réalité facile que par la pointe élevée (266 mètres) qui domine la Chaussée du Nord, un sentier frayé par les naufragés et les pêcheurs conduit au sommet. L'arête supérieure du cratère, parfaitement régulière et d'une altitude moyenne de 200 mètres, est tout à fait vive et taillée à pic vers l'intérieur; vers l'extérieur, elle s'incline, au contraire, en pente douce en présentant d'abord un petit plateau, puis des pentes de 25 à 30 degrés qui aboutissent à un talus assez large interrompu brusquement vers la mer par des falaises accores hautes de 25 à 60 mètres. L'île serait complétement inabordable de ce côté, sauf peut-être vers la pointe sud-est, par des temps exceptionnellement calmes. Dans sa plus grande dimension, de la pointe nord à celle du sud, Saint-Paul peut avoir 5 kilomètres, et 3 de la passe à la pointe ouest. Le diamètre du cratère est de 1,200 mètres et le contour extérieur de 9,000 mètres, mais le sol, formé de coulées de laves successives, est si accidenté, qu'il serait à peu près impossible de faire en un jour le tour complet de l'île en suivant la crête des falaises extérieures. Ceux-là seuls qui ont parcouru les contrées volcaniques peuvent se faire une idée des difficultés qu'on éprouve à marcher sur un sol tordu, crevassé à chaque pas par les convulsions volcaniques. Souvent des couches de tourbes épaisses et spongieuses recouvrent les anfractuosités des laves et supportent de hautes herbes croissant par touffes, entre lesquelles le pied enfonce à chaque pas. Ce sont autant

de difficultés qui viennent s'ajouter pour rendre les excursions fatigantes et pénibles. Les coulées de laves sont non-seulement crevassées, entrecoupées de grandes fissures, mais encore creusées de longues cavernes que tapissent des mousses et des fougères variées. Les pointes avancées de l'île sont marquées par de petits cônes de scories, produits secondaires des dernières éruptions, qui s'élèvent de 25 à 30 mètres au dessus de la surface de l'île. Les plus remarquables et en même temps les mieux conservés, sont ceux de la pointe ouest : au nombre de quatre, ils occupent une ligne droite très-remarquable, dirigée du sud-ouest au nord-ouest. Ce sont eux qui, en 1793, furent trouvés encore chauds quand lord Macartney vint reconnaître Saint-Paul en s'en allant en Chine ; il était alors difficile d'y poser le pied. Aucun des faits signalés par le docteur Gillian, médecin de l'expédition, ne subsiste aujourd'hui. L'île paraît du reste en voie de refroidissement graduel, et la température des sources thermales paraît elle-même avoir sensiblement diminué depuis les premières observations, qui datent de 1789 (1).

Tous les phénomènes hydrothermaux dont l'île est encore le théâtre sont pour ainsi dire localisés sur les parois intérieures du cratère, au niveau du balancement des marées, suivant une large bande dirigée sensiblement du sud-est au nord-ouest ; dans tout le demi-cercle nord, de nombreuses sources thermales, alcalines et ferrugineuses, dont la température varie entre 38 et 98 degrés, découvrent à marée basse et sont accompagnées de dégagements tumultueux d'acide carbonique et d'azote. Ces dégagements sont surtout abondants aux extrémités de la ligne dont je viens de parler au commencement de la jetée du nord et au fond du cratère, et la composition du gaz est bien différente dans chacun de ces points : sur la jetée c'est, en effet, l'azote qui domine, ainsi qu'il résulte des deux analyses suivantes :

	21 octobre	10 novembre
CO^2	14,24	14,80
O	17,01	16,34
Az	68,75	68,86
	100,00	100,00

tandis que sur les petites plages sableuses du fond du cratère, la proportion d'acide carbonique est beaucoup plus grande et l'oxygène manque complètement :

(1) Observations and remarks made during a voyage to the islands of Teneriffe, Amsterdam, Saint-Paul, etc.., on the brig « Mercury », commanded by John Henry Cox Esq : by lieutenant George Mortimer of the marines. London, 1791. Pages 9 et suivantes.

CO^2.....	94,71
Az.....	5,29
	100,00

On retrouve aussi une grande proportion d'azote avec absence d'oxygène dans le gaz qui se dégage d'une source située au pied de la grande falaise qui domine la jetée du nord et que les pêcheurs ont aménagée pour pouvoir y prendre des bains. Cette eau (42°), comme toutes celles qui sourdent sur le littoral, tient en dissolution une grande proportion d'acide carbonique, de 81,67 à 92,26 pour 100.

Enfin, non-seulement sur le littoral, mais dans l'intérieur même du cratère, de nombreux dégagements se produisaient par intermittence ; à l'extérieur, en face de la jetée du sud, à près de 200 mètres de terre et sous 25 à 30 mètres d'eau, ils devenaient tumultueux et souvent on voyait des bulles plus volumineuses que le poing venir crever à la surface. Ces gaz, à l'extérieur surtout, à cause de l'agitation des flots, ne pouvaient être recueillis, mais il était intéressant de rechercher la nature et la proportion des gaz qui pouvaient être dissous dans l'eau de la mer.

A la surface, l'acide carbonique est en faible quantité 2,16 %, mais sa proportion augmente avec la profondeur ; elle s'élève à 8,40 % à 25 mètres et à 12,58 % à 47 mètres. Cette augmentation d'acide carbonique se fait aux dépens de l'oxygène, la proportion d'azote restant sensiblement la même, comme on peut en juger par le tableau suivant :

	EAU DE MER PUISÉE		
	à la surface.	à 25 mètres.	à 47 mètres.
CO^2.....	2,16.....	8,40.....	12,58
O.....	14,38.....	8,94.....	6,99
Az.....	83,46.....	82,64.....	80,42
	100,00	100,00	100,00

Les rapports qui existent entre la proportion des gaz dissous et le nombre des espèces marines qui vivent dans le lac intérieur du cratère sont extrêmement curieux. Ainsi la vie animale, qui est réellement exubérante sur le littoral au niveau du balancement des marées, s'appauvrit rapidement quand on s'enfonce un peu en profondeur : des ascidies composées et quelques spongiaires persistent seuls au delà de 25 ou 30 mètres, et enfin, dans les vases du fond du cratère, notre drague ne ramenait plus que des carapaces de foraminifères ou des débris d'animaux morts.

En certains points de l'île, toujours dans la direction que j'ai indiquée, le sol est encore chaud, presque brûlant : sur la jetée du nord par exemple, il suffisait d'écarter les galets pour voir s'échapper de la vapeur d'eau, et à quelques centimètres au dessous de la surface le thermomètre atteignait rapidement plus de 80 degrés. Mais c'est dans le fond du cratère que ces phènomènes de chaleur étaient les plus marqués ; là, suivant une large bande qui montait obliquement jusque vers le sommet du cratère, des dégagements abondants de vapeur d'eau se faisaient sous toutes les roches, et entretenaient là une humidité bien favorable au développement des sphaignes et des lycopodes, qui se trouvaient comme en serre chaude, la température se maintenant toujours dans ces tapis de verdure entre 35 et 40°, tandis qu'elle n'était en moyenne que de 7 à 11° dans l'air ambiant. La flore dans ces espaces chauds avait un cachet d'originalité très-marqué, et se composait de formes tropicales apportées sans doute des îles Mascareignes avec les Blattes et les Scolopendres, qui, trouvant là des conditions d'existence, vivaient sous les roches, malgré la latitude assez basse du lieu. Il se formait dans le bas de ces espaces chauds, près du littoral, des quantités considérables de silice gélatineuse et la température du sol s'élevait de 104° à 212°.

Nous vivions donc pour ainsi dire au fond d'une vaste chaudière d'eau bouillante, et tous les soirs, vers le sommet du cratère, les vents froids du large condensaient les vapeurs, qui formaient comme un chapeau de brumes au dessus de nos têtes, tandis que souvent, à travers l'échancrure de la passe, nous voyions au large l'horizon dégagé. Ces conditions étaient bien peu favorables aux observations astronomiques; néanmoins on se préparait avec ardeur, tout en ne conservant que bien peu d'espoir. Plus on approchait du grand jour, plus la situation devenait mauvaise : les nuits se passaient à guetter les embellies.

Je ne vous raconterai pas les différentes phases du passage de Vénus à l'île Saint-Paul, elles ont été trop souvent décrites. Après deux mois de coups de vents, de mauvais temps continuels, le ciel voulut se montrer un jour clément : entre deux tempêtes, le soleil apparut un matin radieux, cette embellie dura quatre heures, ce furent les quatre heures que devait durer le phénomène, le 9 décembre 1874. Les contacts rigoureusement observés, plus de quatre cents épreuves photographiques du soleil obtenues, tels sont les résultats inespérés de cette journée.

Le commandant, en présence d'un pareil succès qui venait dignement le récompenser de tant de peines et de fatigues, mais qu'il avait si peu espéré, voulut encore rester un mois sur l'île pour attendre une lunaison et compléter les observations qui lui étaient nécessaires pour déterminer la longitude avec toute la rigueur désirable.

C'est alors que j'obtins du commandant l'autorisation de partir le 12 décembre pour l'île Amsterdam, avec M. de l'Isle et deux matelots sur une petite goëlette de pêche le *Fernand,* commandée par un capitaine de la marine marchande, M. Hermann, qui était venu faire la pêche à Saint-Paul et qui s'offrit pour nous conduire. L'île Amsterdam est située à 42 milles dans le N.-O. de Saint-Paul : notre traversée, qui ne devait être que de quelques heures, dura quatre jours... ce furent des journées terribles. A peine hors de vue de Saint-Paul, une tempête se déchaînait sur nous, et notre frêle esquif prenant la cape fut ensuite obligé de fuir devant le temps. Les vents violents furent de courte durée et firent place, au lendemain de notre départ, à une petite brise du nord à peine suffisante pour gonfler les voiles. Mais la mer était encore démontée, furieuse, et la goëlette n'étant pas appuyée, flottait comme un bouchon, affreusement ballotée ; notre situation n'avait fait que changer, sans pour cela devenir meilleure, et nous préférions même le mauvais temps de la veille à cette situation fatigante. La brise elle-même vint à céder, et nous restâmes enveloppés dans des bancs de brumes si épais que nous n'apercevions même plus les vergues de la voile de fortune qui battait le long du mât. Dans l'impossibilité où il était de faire le point, notre capitaine ne savait ni où nous étions, ni le chemin que nous avions fait pendant la tempête ; la goëlette, balancée par une longue houle, était entraînée par des courants qui pouvaient avoir un nœud de vitesse, quand dans la matinée du 15, notre attention fut éveillée par un bruit singulier... la mer déferlait à peu de distance de nous, à n'en pas douter, nous marchions vers des brisants. Fort heureusement, alors que notre inquiétude était à son comble, un souffle de brise vint déchirer le manteau de brume qui nous enveloppait et qui, se retirant comme un rideau, nous laissa voir à quelques cent mètres de nous, les hautes et sombres falaises de la côte ouest d'Amsterdam. Quelques minutes plus tard et c'en était fait de nous ! La goëlette se couvrit de toile et mit tout un jour à faire le tour complet de l'île pour trouver un mouillage : enfin, le lendemain vers quatre heures, une embarcation put nous mettre à terre sur une pointe de laves que couvraient de nombreux otaries au milieu desquels il nous fallut nous frayer un passage à coups de bâton.

Ce premier séjour nous permit d'explorer la côte nord et d'atteindre, après bien des fatigues, ce sommet de l'île, que personne avant nous ne paraît avoir vu, ni décrit. La *Dives* vint nous rechercher à la fin de décembre, puis, à notre départ définitif de Saint-Paul, le commandant voulut toucher à Amsterdam, pour reconnaître l'île et en faire l'hydrographie. Ce fut pour nous l'occasion d'un nouveau séjour, mais moins fructueux que le premier, car la brume et le mauvais temps nous obligèrent de

rester pendant trois jours consécutifs dans une caverne creusée à mi-côte sous les laves, sans pouvoir en sortir. Nous étions plus nombreux cette fois, M. Turquet de Beauregard, lieutenant de vaisseau, et M. le docteur Rochefort, nous avaient accompagnés avec quatre matelots.

Amsterdam est, comme Saint-Paul, d'origine absolument volcanique, mais sa forme est toute différente. C'est une terre haute, présentant vers l'ouest des falaises verticales de 5 ou 600 mètres, tandis qu'elle s'infléchit au contraire vers l'est, sous une pente peu rapide. Sa forme générale est rectangulaire, mais elle ne présente pas de pointes saillantes, sauf celle de la Recherche, qui, située dans le nord-ouest, se compose de coulées de laves compactes, disposées en gradins successifs. Dans l'ouest, un éboulement a séparé de l'île un rocher abrupt formé de grandes colonnades basaltiques : ce roc, le d'Entrecasteaux, encore relié par une langue de terre peu élevée, circonscrit une petite crique dont l'accès est malheureusement défendu par des lignes de brisants qui s'étendent assez loin au large.

Des falaises à pic, hautes souvent de plus de 100 mètres, règnent tout autour de l'île ; ces falaises, formées de coulées basaltiques, puis de laves alternant avec des scories, la rendraient inaccessible si elles ne s'abaissaient sensiblement dans le nord-est, sur un espace de 3 à 400 mètres ; une des dernières coulées, descendue jusqu'à la mer, forme là une sorte de jetée naturelle dont les embarcations peuvent s'approcher par les temps calmes. C'est là qu'il nous fut facile de sauter à terre pour pénétrer dans l'intérieur.

Le sol extrêmement tourmenté de cette île et surtout la végétation épaisse qui la recouvre sont autant d'obstacles sérieux qui rendent les excursions extrêmement pénibles. Depuis 30 mètres environ d'altitude, jusqu'à près de 300 mètres, des *Isolepis (I. nodosa),* atteignant parfois la hauteur d'un homme et si serrés qu'on a peine à les écarter, forment une bande qui ne peut être franchie qu'au prix des plus grandes fatigues. Il nous fallut plus d'un jour pour la traverser et pour gagner des coulées de laves qui nous aidèrent à dépasser une nouvelle zone de végétation composée de grandes fougères et de graminées, où se trouve surtout groupé par petits bouquets un arbre de la famille des Rhamnées, le *Phylica arborea*, qui croît également en abondance dans l'île de Tristan d'Acunha, de l'autre côté du Cap.

Au delà on ne rencontre plus, dans les dépressions, dans les sillons des laves et souvent même jusque sur les pitons, que des Mousses, des Sphaignes avec des Lycopodes et des Fougères variées. La végétation prend alors un caractère tout à fait tourbeux qu'elle conserve jusqu'au sommet.

Dans toute la partie Est, les pentes d'Amsterdam sont formées de

grandes coulées de laves denses, très-feldspathiques, qui se creusent de longues galeries, effondrées par places et donnent lieu à des successions de cavernes des plus pittoresques, dont les voûtes peuvent atteindre jusqu'à 30 mètres d'élévation. Par de larges fissures dirigées vers le N.-E., les laves se sont épanchées sur les flancs du volcan : souvent des cônes de scories élevés, très-remarquables, sont venus s'aligner sur ces fentes, en donnant eux-mêmes de petites coulées. Ces cônes de scories, produits secondaires des éruptions, sont nombreux... Quelques-uns sont d'une fraîcheur telle qu'ils semblent être de formation toute récente.

Au sommet d'Amsterdam, trois grandes chaussées basaltiques donnent lieu à autant de plateaux marécageux, parsemés de petits lacs d'eau douce. Un de ces plateaux, plus étendu que les autres et d'une horizontalité parfaite, supporte un magnifique cône de scories, haut de 28 à 30 mètres et de forme absolument géométrique ; à son extrémité N., un vaste cratère d'explosion, large de 300 mètres, profond de plus de 100 mètres, creusé directement dans le sol et que rien ne semble faire soupçonner, vient indiquer qu'une des dernières phases de l'activité volcanique de l'île dut être une action explosible intense, ainsi que viennent en témoigner les énormes blocs projetés, les bombes volcaniques, qui se trouvent parsemés sur le plateau.

Anciennement le sommet de l'île devait être occupé par un vaste cratère central, dont les portions restées debout forment maintenant les points les plus élevés de l'île et limitent au Sud et à l'Ouest les plateaux que je viens d'indiquer.

Amsterdam peut avoir cinq fois l'étendue de Saint-Paul, sa hauteur est en même temps beaucoup plus considérable et doit atteindre près de 900 mètres. Nulle part nous n'avons trouvé trace de ces phénomènes volcaniques qui se manifestent encore à Saint-Paul. Je suis cependant porté à croire cette île plus récente que celle de Saint-Paul. Les éruptions de tufs ponceux et le massif rhyolithique de cette dernière l'avaient fait déjà émerger quand les laves basaltiques d'Amsterdam sont apparues. La partie la plus ancienne de cette île consiste en un basalte gris à pâte microlithique et très-pauvre en péridot qu'on retrouve par blocs empâtés dans les laves au milieu des projections du sommet.

Toute faune terrestre, actuelle ou ancienne, y fait absolument défaut de même qu'à Saint-Paul, malgré des recherches actives. Dans les tourbes épaisses qui recouvrent ces deux îles nous n'avons rien trouvé de l'ancienne faune authentique qui caractérise le groupe des îles Mascareignes dans ce même hémisphère. C'est là une preuve de leur isolement et de leur peu d'ancienneté. Quant aux affinités de la faune et de

la flore, elles sont tout entières pour le Sud de l'Afrique et en particulier pour certaines des îles situées de l'autre côté du Cap, celle de Tristan d'Acunha par exemple, avec laquelle elles présentent quelques espèces communes.

Le 8 janvier, la *Dives* levait l'ancre et mettait le cap sur le Nord. Bientôt elle laissait loin derrière elle les deux îles, qui disparurent enveloppées dans leurs brumes continuelles.

Le 20 nous étions de nouveau au mouillage de Saint-Denis; notre départ définitif de l'île de la Réunion ne devait avoir lieu que le 6 février. Je profitai de ce nouveau séjour pour en explorer le massif ancien, afin de compléter les observations que j'avais pu faire à notre voyage d'aller, et je consacrai douze jours à parcourir les vallées de Cilaos et de Salazie en remontant la rivière Saint-Etienne pour descendre par la rivière du Mât après avoir traversé la chaîne des Salazes. Ces deux vallées, qu'on regarde à tort comme d'anciens cratères, sont circonscrites par des murailles circulaires à pic formées de laves et de basaltes bien différents de ceux que rejette dans l'Est le volcan actuel. Ces coulées anciennes sont parties d'un point voisin du piton des neiges, qui doit être considéré maintenant comme un témoin, comme le dernier vestige du cratère central, qui, primitivement, occupait toute cette partie de l'île. Ce sommet élevé supporte encore, en effet, des restes d'un cône de scories, et sur ses pentes, vers la plaine des Salazes, en avant du Mazerin, on voit de grandes coulées de laves qui, sur plus d'un kilomètre de longueur, semblent aussi fraîches que celles du Grand-Pays brûlé. Dans le centre de ces deux dépressions, aux pieds des escarpements comme dans le lit des torrents qui les drainent, on remarque des trachytes de diverse nature, puis des roches serpentineuses, qui sont surtout développées près de Salazie, dans le lit du bras de Fleurs-Jaunes.

L'île de la Réunion ne se compose donc que de roches volcaniques récentes qui, d'abord acides avec les trachytes, deviennent ensuite basiques avec les basaltes, et sont maintenant caractérisées, avec les laves récentes, par la prédominance de l'olivine que le volcan actuel rejette maintenant en masses assez considérables avec des hyalomelanes qui donnent lieu souvent à des coulées étendues.

Je désire me borner aujourd'hui à ces considérations générales, me réservant de revenir, dans une autre session, sur chacun des trois volcans dont je n'ai voulu tracer aujourd'hui qu'une première esquisse, afin de pouvoir donner, à l'histoire de chacun d'eux, à la composition et à la structure de leurs divers produits, tout le développement que comporte un pareil sujet.

MM. GASTON LE GOARANT DE TROMELIN

ET

PAUL LEBESCONTE

Membres de la Société géologique de France.

ESSAI D'UN CATALOGUE RAISONNÉ DES FOSSILES SILURIENS DES DÉPARTEMENTS DE MAINE-ET-LOIRE, DE LA LOIRE-INFÉRIEURE ET DU MORBIHAN, AVEC DES OBSERVATIONS SUR LES TERRAINS PALÉOZOÏQUES DE L'OUEST DE LA FRANCE.

— Séance du 23 août 1875. —

Sommaire :

I. Introduction. — II. Esquisse géologique. — III. Caractères paléontologiques des terrains Cambrien et Silurien. — IV. Description des espèces du grès armoricain. — V. Description des espèces des schistes ardoisiers. — VI. Note sur les fossiles de Renazé (Mayenne). — VII. Faune troisième de l'Anjou et de la Bretagne. — VIII. Résumé et Conclusions. — IX. Faune silurienne de la Sarthe et de la Mayenne. — Addition relative aux terrains tertiaire et quaternaire.

I. — INTRODUCTION.

Les géologues appellent *massif breton* ou *armoricain* la grande péninsule du N.-O. de la France, constituée presque exclusivement par les roches d'origine ignée, les roches cristallines et les terrains primaires ou paléozoïques. L'ancienne province de Bretagne, en y comprenant les parties annexées aux départements de la Vendée et de Maine-et-Loire, n'en forme qu'une partie, et les mêmes assises s'étendent dans la Basse-Normandie, les parties occidentales du Maine, de l'Anjou et le Bas-Poitou. Au midi le Bocage vendéen, au N.-E. le Bocage normand et la presqu'île du Cotentin constituent deux appendices où les roches sont identiques par leur nature aussi bien que par leur ordre de succession, à celles des parties voisines de la Bretagne. Ainsi considéré, le massif breton occupe en totalité les départements du Finistère, des Côtes-du Nord, du Morbihan, de la Loire-Inférieure, de l'Ille-et-Vilaine et de la Mayenne ; le Nord de ceux de la Vendée et des Deux-Sèvres ; l'Ouest de ceux de Maine-et-Loire, de la Sarthe, de l'Orne, du Calvados et de la Manche. Il s'étend donc sur treize départements, et il faut y joindre les îles anglo-normandes : Jersey, Guernesey, Aurigny. La mer l'enveloppe sur la majeure partie de son con-

tour, les parties orientale et méridionale sont bornées par les terrains jurassiques et crétacés qui pénètrent souvent dans les anfractuosités des roches anciennes, comme ils en laissent apercevoir çà et là quelques îlots en dehors de leurs anciens rivages. C'est une des plus vastes régions naturelles de la France, mais malheureusement elle a été très-peu étudiée au point de vue géologique.

Puillon-Boblaye, dans une remarquable étude (1), a exposé avec une grande netteté la constitution physique de la péninsule. Comme tous les géologues qui se sont occupés de la Bretagne ont cité les lignes dans lequel il développe ses vues, nous ne les reproduirons pas.

Dufrénoy (2), dans les mémoires explicatifs de la carte de France, a tracé les principaux traits de la stratigraphie de nos terrains anciens, mais il a eu le tort de vouloir les mettre en parallèle avec ceux des îles Britanniques. Ses études ont été complétées par Dalimier, si prématurément enlevé à la science, qui a donné une formule stratigraphique destinée à servir de base à tous les travaux ultérieurs.

C'est dans ces ouvrages que l'on peut se rendre compte de la structure géologique du massif armoricain. Il ne faut pas, toutefois, oublier un grand nombre de publications de moindre importance, ou ayant pour objet des aires moins vastes, et seulement l'étude d'une fraction de l'ensemble.

Quelques-unes des cartes géologiques de l'Ouest remontent à une époque déjà ancienne. M. de Caumont est l'auteur de celles de la Manche et du Calvados (1828); Blavier de celles de la Mayenne (1837) et de l'Orne (1842); Toulmouche de celle de l'Ille-et-Vilaine (1835); Durocher en a laissé une seconde du même département restée manuscrite; Fournel de celle d'une partie du Bocage vendéen (1836), dont M. Rivière a étudié toutes les parties : les résultats de ses travaux sont consignés sur une carte manuscrite que nous espérons voir bientôt paraître; Lefèbure de Fourcy a publié celles du Finistère, des Côtes-du-Nord (1844) et du Morbihan (1848); M. Cacarié celle du Maine-et-Loire (1843); MM. Triger et Guillier ont dressé celle de la Sarthe : c'est aussi à M. Guillier que l'on doit les profils géologiques des routes de ce département (1868), et l'on sait que les profils du chemin de fer du Mans à Brest (1865) et du chemin de fer d'Orléans entre Angers et Brest (1867), sont en majeure partie l'œuvre de ce géologue; enfin Cailliaud, s'aidant de la carte manuscrite de la Loire-Inférieure

(1) *Essai sur la configuration et la constitution géologique de la Bretagne.* (Mém. du Muséum. T. XV, 1827.)

(2) Mém. sur l'âge et la composition des terrains de transition de l'Ouest de la France. (*Ann. des Mines,* 3e s. T. XIV, p. 213, 1838.) — *Explication de la carte géologique de France,* T. Ier.

par Durocher, a publié en 1861 la carte de ce département, dont Dubuisson avait fait paraître un premier essai dès 1830. Quant à celle des Deux-Sèvres, livrée dernièrement au public, elle n'est que la copie à grande échelle de la carte de France, ainsi que M. Ducrocq l'a démontré (1).

Dans la plupart de ces cartes, la partie qui concerne les terrains primaires est à réviser, soit pour leur répartition en étages, soit pour l'ordre de succession des diverses assises. Dalimier a exposé les raisons qui retardaient les progrès de la géologie en Bretagne, malgré l'intérêt qui s'attache aux terrains anciens : « L'isolement de ce pays ; son éloignement de Paris ; sur plusieurs points la difficulté des voyages au travers des landes arides et désertes ; les bouleversements très-nombreux du sol ; la rareté des fossiles et leur mauvais état de conservation (2). » La plupart des géologues, dans les parties orientales du massif armoricain, ont préféré étudier les terrains jurassiques, crétacés et tertiaires, où l'abondance des fossiles et leur beauté sont de puissants attraits.

Au point de vue paléontologique, presque tout ce qui a été fait est l'œuvre de M. Rouault, de Rennes, qui, aidé de très-faibles ressources, mais avec un zèle et une patience dignes des plus grands éloges, a su mettre au jour bon nombre d'espèces de nos terrains paléozoïques et prouver que la richesse de la Bretagne égalait presque celle des régions les plus favorisées pour qui savait mettre dans ses recherches la persévérance, qui doit être la première vertu du géologue. Malheureusement M. Rouault s'est abstenu de compléter ses études, et, depuis vingt années, n'a fait paraître aucune publication. Tous ceux qui se sont occupés de la paléontologie bretonne savent combien le manque de figures, auxquelles des descriptions laconiques ne suppléent guère, rend difficile l'étude des fossiles et l'application précise des noms de l'auteur. Dans notre travail, nous allons essayer de combler quelques-unes de ces lacunes, en faisant connaître les espèces que nous avons rencontrées dans la région dont nous nous occupons présentement. Nous espérons publier successivement divers mémoires, de manière à pouvoir présenter un jour le tableau complet des faunes paléozoïques du massif armoricain. Puissions-nous mener à bonne fin ce travail considérable, vers lequel l'étude que nous offrons aujourd'hui au public savant est un premier pas.

Les recherches de Cailliaud dans la Loire-Inférieure, de M. Guil-

(1) Soc. de Statistique, Sciences et Arts des Deux-Sèvres, 1870.
(2) *Stratigraphie des terrains primaires du Cotentin*, p. 3, — 1861.

lier (1) dans la Sarthe, de M. Morière en Normandie, ont beaucoup enrichi la paléontologie du massif armoricain. Nous avons, de notre côté, parcouru la plus grande partie de nos bassins siluriens, et nos deux collections renferment un nombre considérable de fossiles, qui s'accroît tous les jours ; beaucoup sont très-bien conservés et permettent une étude rigoureuse des espèces.

Nous n'avons pas négligé de consulter les collections locales, et nous avons étudié les fossiles de toutes celles qui nous ont été ouvertes. On peut voir au nouveau Muséum de Nantes, beaucoup des espèces du pays, et nous savons que les collections Bertrand-Geslin et Cailliaud renferment des trésors ignorés, que nous espérons voir exposés d'ici peu de temps.

Actuellement, nous nous bornerons à l'étude des fossiles rencontrés dans le terrain silurien des départements de *Maine-et-Loire,* de la *Loire-Inférieure* et du *Morbihan.* Ces limites, bien que purement administratives, n'ont pas dû être dépassées, afin de ne pas étendre indéfiniment notre travail et nous trouver dans l'obligation d'anticiper sur les travaux d'ensemble que nous préparons depuis de longues années. Nous n'avons fait d'exception qu'en faveur de la localité de *Renazé* (Mayenne).

On sait que, dans l'Ouest de la France, l'ensemble des terrains paléozoïques constitue trois principaux bassins : le *bassin septentrional* ou *normand,* qui se relie par le Maine au second, qui est le plus important : c'est le *bassin oriental* ou de *Rennes ;* le troisième est le *bassin occidental* ou du *Finistère,* qui s'unit à celui de Rennes par les couches qui se trouvent aux limites des Côtes-du-Nord et du Morbihan : les granites porphyroïdes qui resserrent cette bande de jonction sont d'ailleurs venus au jour après le dépôt des couches siluriennes, car à leur contact les schistes deviennent maclifères vers les Salles de Rohan et l'abbaye de Bon-Repos, tout en contenant *Calymene Tristani* et d'autres fossiles (2). Il en est de même à Nozay (Loire-Inférieure), et les schistes sur lesquels la ville d'Angers est bâtie laissent apercevoir quelques pointements de granite. Le terrain silurien occupe encore l'espace compris entre Lannion et Paimpol et quelques points du littoral des Côtes-du-Nord ; mais c'est le prolongement du bassin normand, qui par là se rattache à celui de Brest. Les trois n'en forment donc

(1) *Profils géologiques du département de la Sarthe;* Notice, p. 14; 1868. — *Faune seconde silurienne entre Saint-Denis d'Orques et Chemiré en Charnie* (not. additionnelle, déterminat. des espèces, par M. de Tromelin). *Soc. d'Agriculture, Sciences et Arts de la Sarthe,* t. 21e, p. 633; 1873. — *Note sur le terrain silurien de la Sarthe,* id., t. 22e, p. 581 ; 1874, par MM. Guillier et de Tromelin.

(2) Boblaye. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences,* 1838, p. 186

qu'un seul à proprement parler, et en effet, partout nous trouvons les plus grandes analogies sous les rapports de la stratigraphie et des fossiles. Le terrain silurien s'étend de la pointe du Finistère aux environs d'Alençon, 380 kil. d'une part; de l'autre, du cap de la Hague aux environs d'Angers, 288 kilomètres.

La partie dont nous allons étudier la faune constitue en premier lieu la zone la plus méridionale du bassin de Rennes : le terrain silurien apparaît un peu à l'Est d'Angers, il occupe le N.-O. de Maine-et-Loire, le Nord de la Loire-Inférieure et du Morbihan, de là il se développe dans la Mayenne, l'Ille-et-Vilaine et les Côtes-du-Nord; puis dans la partie N.-O. du Morbihan, aux environs de Gourin, commence le bassin occidental.

L'étude stratigraphique du bassin oriental ou de Rennes a été faite par Dalimier (1), mais il est regrettable qu'il lui ait appliqué le nom de *plateau méridional,* qui dans l'idée de Boblaye désignait principalement l'espace qui s'étend de la pointe du Raz à Parthenay et aux Sables-d'Olonne : « Cette partie est formée par les roches feldspathiques et micacées anciennes. La partie plus au nord appartient au terrain de transition, je ne les ai réunies que parce qu'elles limitent ensemble la vallée de l'intérieur; mais dans une description physique plus développée, ne m'arrêtant pas à ce seul caractère, je décrirai la partie formée par le terrain de transition comme plateau *subordonné* au plateau méridional et dans la partie géognostique, je le désignerai sous le nom de plateau de transition de Bain. » (L. c. p. 53). « Le plateau méridional, en en détachant le plateau subordonné de Bain, conserve sa nature géognostique sur une étendue de plus de soixante lieues, de Nantes à Quimper, s'infléchissant légèrement vers l'Ouest à mesure qu'il approche de la péninsule; de plus de l'extrémité conservant sa nature et sa direction, il traverse la Loire et va former le Bocage de la Vendée. » P. 65.

Les observations que nous avons faites en Bretagne et en Normandie confirment d'une manière éclatante les vues stratigraphiques de Dalimier, et nous ne sommes en désaccord avec lui qu'en ce qui concerne la place à assigner au grès de May et au grès de Gahard. Notre étude étant spécialement paléontologique, nous nous bornerons à une esquisse géologique très-succincte, nécessaire à l'intelligence du travail, et nous prions de consulter le mémoire de Dalimier qui a déjà présenté l'historique de la question.

(1) *Essai sur la géologie comparée du plateau méridional de la Bretagne. Bull. de la Soc. géologique de France,* 2e s., t. XX, p. 126; 1863.

II. — ESQUISSE GÉOLOGIQUE.

Dans la partie du massif armoricain que nous considérons, l'ordre de succession des étages, à partir de la base, est le suivant :

1. Les roches cristallines attribuables au système Laurentien, offrant :

Des Gneiss, tantôt d'une texture leptynoïde, tantôt schistoïde. C'est dans cette roche que M. Lory (1) a signalé, à la Paquelaie, près Saint-Malo-de-Guersac, commune de Montoir, un gisement de calcaire cristallin stratifié, traversé par des filons de pegmatite. Dans une excursion faite avec M. l'abbé Godefroy en 1868, l'un de nous y a remarqué un filon de fer hydroxydé offrant de très-belles hématites mamelonnées. Ce calcaire est semblable au cipolin blanchâtre ou gris-bleuâtre avec paillettes de mica qui se trouve entre les Sables-d'Olonne et le Havre de la Gachère, décrit par M. Rivière (2).

Des *micaschistes,* remarquables par les beaux minéraux qu'ils renferment. Ils sont souvent amphiboleux : ce phénomène peut particulièrement être observé sur la bande qui s'étend du sud de Sautron à Vertou, par Nantes.

Il faut y joindre les *talcschistes* de la Vendée ; les *schistes luisants* de Belle-Ile, etc. Il en est sans doute, parmi ces roches, d'âges très-divers.

2. Des *phyllades* avec veines de quartz très-épaisses, qui se débitent en larges dalles. C'est l'équivalent des schistes et grauwackes de Saint-Lô et de Condé-sur-Noireau, des schistes de Rennes et des phyllades satinées de Landerneau. Jusqu'à présent, on n'y avait pas trouvé de corps organisés, nous en signalons quelques-uns dans cette étude. Nous conserverons à cette assise le nom de *terrain cambrien.*

3. 4. Au dessus, dans le bassin de la Vilaine, aux environs de Redon et dans la partie orientale du Morbihan, on voit des couches de *poudingues* d'une épaisseur très-variable : ils sont quelquefois blancs, généralement de couleur amarante, souvent très-feldspathiques. C'est à cet étage que nous faisons commencer le *terrain silurien.* A leur partie inférieure, ces poudingues se lient parfois aux phyllades cambriennes ; mais aux buttes de Clécy, en Normandie, on peut constater une discordance qui, bien que locale, n'en doit pas moins être prise en considération dans la nécessité où nous sommes d'établir une classification. Il est bien reconnu actuellement dans la science que là où il n'y a pas de lacune, les couches passent graduellement des unes aux autres.

(1) B. S. G. F. 2e s., t. XVII, p. 20 ; 1859.
(2) *Terrain gneissique de la Vendée.* Mém. S. G. F., 2e S. t. IV, p. 165 ; 1851.

C'est ce qui arrive particulièrement à ces poudingues et aux couches qui leur sont supérieures, avec lesquelles ils offrent une liaison intime. Nous voulons parler des *grauwackes lie de vin* et des *schistes rouges,* quelquefois verts, développés dans la même région ; mais elles manquent aussi bien que l'assise précédente dans l'Anjou et la plus grande partie de la Loire-Inférieure, où le grès à bilobites, dont nous parlerons ci-après, repose directement sur les phyllades cambriennes. Nous plaçons les schistes rouges du bassin de Rennes au niveau des calcaires et schistes de Ronai (Orne), de Clécy et de Laize (Calvados); les amandes calcaires de Saint-Jacut et de Keroffret (Morbihan), y sont peut-être intercalées, mais leur place positive est encore indécise. Rappelons que quelques géologues avaient rangé ces *grauwackes lie de vin* et *schistes rouges* dans la partie supérieure du terrain silurien (1), et d'autres jusque dans le terrain dévonien.

5. Nous trouvons ensuite le grand étage du *grès armoricain*, qui se lie très-souvent à sa base avec l'assise précédente. Il est constitué par des grès généralement blancs, quelquefois tellement ferrugineux qu'ils constituent, comme à Coatquidam, un véritable minerai qui paraît se trouver dans la grande masse des grès et non à leur contact avec les ardoises. Ils sont aussi argileux ou micacés; d'autres fois encore, ils ont l'aspect des poudingues; souvent, au contraire, ils offrent la texture des quartzites. Dufrénoy, dans la coupe de Rennes à Nantes, lui avait déjà assigné sa véritable position, et Dalimier a distingué les deux étages de grès entre lesquels les schistes d'Angers sont compris. On sait que M. Rouault (2) avait placé le grès armoricain au-dessus du schiste ardoisier à *Calymene Tristani.* Cailliaud partageait les mêmes idées : en 1849, il présentait à la Société géologique (3) « deux morceaux d'un grès fin, quartzeux, qui, dans le nord de la Loire-Inférieure, repose sur le schiste ardoisier renfermant des trilobites et remplit les interstices de ce schiste argileux. Il ne peut partager l'idée que l'on a de ranger cette roche presque entièrement composée de serpules dans le terrain silurien ». Nous savons que ces fragments de grès proviennent non de la Loire-Inférieure, mais des environs de Bain (Ille-et-Vilaine) : ils renferment *Tigillites Desfontainei, Rou.* Plus tard, dans la légende de la carte de la Loire-Inférieure, tout en attribuant le grès armoricain au terrain silurien, il le plaçait encore au-dessus des ardoises, ce qui doit d'autant plus étonner qu'il s'est beaucoup servi des minutes et de la carte manuscrite du département par Durocher,

(1) Huguenin : Coup d'œil sur la géologie du Morbihan considérée au point de vue des gisements métallifères, 1862.

(2) B. S. G. F. 2e s. T. VIII, p. 726, 1850.

(3) B. S. G. F. T. VII, p. 48.

où ce grès occupe la place qui lui convient. Toutefois Cailliaud n'avait pas persévéré dans ces vues, car il nous déclara verbalement en 1868 qu'il adoptait celles de Dufrénoy : il allait même jusqu'à considérer les lingules du grès armoricain comme représentant la faune primordiale d'une manière rudimentaire.

Dans un mémoire lu aux assises scientifiques d'Angers, en 1871, M. le Dr Farge (1) a fait connaître qu'il avait reconnu dans le département de Maine-et-Loire la superposition des ardoises d'Angers au grès à bilobites. Nous avons observé le même fait depuis la Normandie jusqu'à l'extrémité du Finistère : la question, à nos yeux, est donc complétement résolue.

Le nom de *grès armoricain* nous semble devoir être conservé aux couches à lingules, tigillites et bilobites. En effet, les fossiles de cette formation si développée en Bretagne lui impriment un caractère très-net, très-tranché. Les bilobites sont très-abondants au sud du bassin, tandis que les tigillites dominent en Normandie.

6. Les assises supérieures au grès armoricain constituent le vaste ensemble que l'on a appelé *schistes ardoisiers d'Angers*, de la localité où ils sont exploités sur la plus grande échelle et où des trilobites ont été découverts en premier lieu. On les nomme encore *schistes argileux, schistes à Calymene Tristani ;* presque partout, c'est un schiste fissile légèrement micacé, fréquemment pyriteux, généralement bleu foncé ou noir, quelquefois gris ou jaunâtre. Il est largement exploité dans quantité d'ardoisières et pour pierres tabulaires. Souvent il renferme un grand nombre de nodules argilo-siliceux dans lesquels sont concentrés les fossiles. Cet étage est le plus intéressant par la richesse de sa faune ; il en est de même au point de vue industriel, car, outre les ardoises qu'il fournit, la plupart des minières de fer de la Bretagne lui sont subordonnées. Elles sont situées à la base, au contact du grès armoricain que le minerai de fer imprègne quelquefois. Il se présente, accompagné de minéraux variés, à l'état de fer oligiste, de fer hydroxydé, de fer oxydé hydraté offrant de belles hématites, parfois à l'état oolithique ; de chamoisite, comme à Sainte-Brigide, près les forges des Salles (Morbihan), où le minerai, semblable à celui de la forêt de Lorges, près Quintin (Côtes-du-Nord), est formé de cristaux octaédriques de fer oxydulé engagés dans une pâte bleuâtre de silicate et d'aluminate de fer : il est fortement magnétique et donne une poussière d'un vert sombre (2), enfin à l'état de fer carbonaté gris, comme à la Chouanière, au sud de la Gacilly.

(1) Mém. sur les progrès de la géologie dans le Maine-et-Loire, 1873.

(2) *Traité des minéraux du département du Morbihan*, par Geoffroy d'Ault-Dumesnil, publié par la Société polymathique de Vannes, 1866.— Fourcy, carte géol. du Morbihan, explicat. p. 125.

L'état des schistes ardoisiers pourra, par la suite, être divisé en plusieurs zones, d'après la répartition des espèces dans toute sa hauteur. Toutefois, sauf en ce qui concerne la localité de Renazé, nous ne pensons pas qu'il y ait lieu, quant à présent, d'introduire de coupe dans la partie du bassin de Rennes, à laquelle notre travail est borné, la composition de la faune étant fort homogène dans les localités suffisamment explorées : c'est le niveau de Siouville, Vitré, Camaret, etc.

7. 8. Les schistes ardoisiers sont, à leur tour, surmontés de nouvelles couches gréseuses. Le grès est généralement blanc, souvent bleu-noirâtre, quelquefois chargé d'oxyde de fer; nous n'y avons jamais rencontré de fossiles. Le bassin silurien de la Bretagne semble avoir été désert pendant qu'il se déposait ; nous l'appellerons *grès culminant* ou *grès supérieur*, ne pouvant lui conserver le nom de *grès azoïque*, ce caractère négatif n'étant pas, à nos yeux, suffisamment démontré. Vers le sommet se trouvent des *schistes ampéliteux* qui constituent plutôt des lentilles que de véritables couches ; leur épaisseur est très-variable, comme leur position dans le grès. Elles contiennent une infinité de graptolites différents de ceux des ardoises ; toutes les espèces de ces ampélites appartiennent à la faune troisième silurienne. Nous aurions donc là une représentation sporadique très-rudimentaire du silurien supérieur ; mais stratigraphiquement, il est bien difficile d'établir une séparation avec la grande masse du terrain silurien sous-jacente, car les ampélites sont intercalées dans les grès culminants à des hauteurs variables, tandis que d'autres fois elles les surmontent.

M. Farge a signalé la zone à graptolites dans le Maine-et-Loire sur une ligne s'étendant de Mozé à Vern. Elle y est constituée « par un quartzite noir veiné de blanc, que les géologues angevins ont rapporté au *quartz lydien* ou *phtanite;* ils l'ont attribué tantôt au terrain silurien, tantôt au terrain dévonien. » Il place cette formation sur l'horizon de Llandeilo, tandis que, pour nous, elle correspond à la partie la plus inférieure de la faune troisième, parce que : 1° Au point de vue paléontologique, les mêmes graptolites nous sont connus dans les schistes ampéliteux de la Bretagne et de la Normandie, associés à d'autres fossiles caractéristiques; 2° au point de vue stratigraphique, les mêmes couches se retrouvent en dehors des limites de l'Anjou, à Abbaretz (Loire-Inférieure), et au village du Houx, sur cette commune, on peut voir les grès ampéliteux ou phtanites en alternance avec les schistes ampéliteux exploités pour faire de la teinture. Nous en concluons donc que cette phtanite constitue dans la partie méridionale du bassin un facies accidentel des schistes ampéliteux; c'est pourquoi nous avons conservé ce nom comme étant d'une acception plus générale pour l'Ouest de la France.

L'existence de ce niveau, caractérisé par *Graptolithus colonus,* est constaté à Siouville; la Sangsurière; le Nord de Mortain (Manche), d'où en passant par Lonlay-l'Abbaye, il s'étend jusqu'au delà de Domfront; le Chatellier; la Ferrière-Béchet (Orne), les Bouillères en Saint-Aubin-de-Locquenay; Neuvillette (Sarthe); La Ménardaie, au Nord de Gahard; Poligné (Ille-et-Vilaine); Dinéault; Dinant, près Crozon (Finistère), etc., c'est-à-dire sur des points espacés sur tout le bassin. Il est probable que de nouvelles recherches amèneront la découverte d'autres gites dans la Loire-Inférieure et le Morbihan.

9. Jusqu'à présent, la zone supérieure du terrain silurien n'était connue dans l'Ouest de la France qu'aux environs de Saint-Sauveur-le-Vicomte (Manche), à Feuguerolles (Calvados), à Chemiré-en-Charnie (Sarthe), et à Saint-Jean-sur-Erve (Mayenne). Nous possédions quelques fossiles recueillis dans des nodules épars au sud de Sion, mais mal conservés et trop peu nombreux pour nous permettre de reconnaître indubitablement la zone de Feuguerolles, et nous les avions considérés tout d'abord comme des indices des schistes ampéliteux. Mais nous avons pu voir à Châteaubriant, dans la collection de M. Bossé, quelques fossiles qui nous ont révélé l'existence du silurien supérieur des auteurs dans la Loire-Inférieure. L'importance de cette découverte n'échappera à personne, et le fait est d'autant plus remarquable qu'il a été constaté au N.-E. de Derval et au N. de Lusanger, puis à l'O. de Villepot, c'est-à-dire sur trois points dont deux sont fort éloignés l'un de l'autre. Toutefois, au lieu d'être renfermés dans des sphéroïdes de calcaire noir pyriteux ou anthracolites, les fossiles sont dans des nodules d'un grès très-fin, noir ou rougi par l'oxyde de fer, et légèrement argileux. Nous serions disposé à considérer cet état particulier comme l'effet d'une pseudomorphose, car le calcaire spathique des céphalopodes est remplacé par du quartz rhomboédrique; il en est de même des polypiers. A Chemiré, les fossiles sont également dans des nodules argilo-siliceux, mais blancs ou rougeâtres. De même que nous avons conservé le nom de *schiste ampéliteux* à la zone inférieure ou à *Gr. colonus,* nous conserverons celui de *calcaire ampéliteux* à la zone supérieure ou à *Graptolithus priodon* et pour la même raison.

Nous n'avons aucune identité spécifique à signaler dans la *Loire-Inférieure* entre les deux zones, si ce n'est *G. Becki;* mais à Domfront et ailleurs nous avons rencontré un certain nombre d'espèces des deux niveaux réunies dans les mêmes couches. Nous serions disposé à admettre que les schistes ampéliteux et les calcaires ampéliteux constituent un même étage, presque toujours intercalé dans les grès, mais à des hauteurs variables, ou bien les surmontant, et dans ce cas contenant le plus

souvent des sphéroïdes calcaires ; il constituerait alors ce qu'on appelle le terrain silurien supérieur dans l'Ouest de la France. La faune est d'autant plus riche que la couche ampéliteuse est placée à un niveau plus élevé par rapport aux grès culminants. M. Guillier (1) a de son côté exprimé l'idée que les deux assises pourraient bien n'être qu'une modification latérale l'une de l'autre. L'un de nous, dans une note publiée en collaboration avec ce géologue (2), a mis en parallèle les couches ampéliteuses du massif breton avec les *colonies* et l'*étage E* de M. Barrande, de même que nos grès culminants peuvent être considérés comme l'équivalent de ceux du Mont Kosov, qui couronnent la bande *d* 5 en Bohême.

Nous sommes très-indécis pour savoir si le nom de *silurien supérieur* doit être conservé aux couches de Feuguerolles : presque toutes les espèces que nous connaissons dans notre faune troisième, 80 environ, se retrouvant dans les *colonies* de M. Barrande, c'est-à-dire dans les lentilles à faune troisième intercalées dans la partie supérieure de la division silurienne inférieure. Quoi qu'il en soit, elles appartiennent à la phase initiale de la faune troisième, et le dépôt des couches où elles sont enfouies a été interrompu par l'apparition d'une grande partie des granites et des diorites de Bretagne, c'est-à-dire par une perturbation géologique très-importante.

Dans ce qui précède, on a pu voir que nous avons énuméré les assises dans le même ordre que Dalimier. Toutefois, à la partie la plus supérieure du terrain silurien, au dessus des schistes ampéliteux à graptolites, il place le grès de Gahard, qu'il considère comme l'équivalent du grès de May. L'un de nous a déjà fait observer (3) que c'était à tort que M. Rouault avait assimilé le grès de Gahard, très-probablement dévonien, à celui de May, qui contient des fossiles de la faune seconde silurienne et doit être placé au dessous des calcaires et schistes ampéliteux à faune troisième. C'est seulement dans le Calvados et dans la Manche que le grès de May a été reconnu : nous ne l'avons pas découvert dans les trois départements dont nous nous occupons dans le présent travail. Toutefois, au nord du bassin de Rennes, le grès de Saint-Germain-sur-Ille paraît en offrir la représentation sinon par-

(1) *Profils géol. des routes du département de la Sarthe*, Notice, p. 15; 1868.

(2) *Note sur le terrain silurien de la Sarthe*, par MM. Guillier et de Tromelin (*Bull. de la Soc. d'Agr., Sc. et Arts de la Sarthe*, T. 22e, p. 581; 1874.)

(3) Id., p. 584.

faite, du moins approchée, et quelques indices nous font espérer de le retrouver avec tous ses caractères dans d'autres parties de l'Ille-et-Vilaine. Enfin, nous signalons en Bretagne la présence de la faune silurienne supérieure de la Normandie et du Maine, qui jusqu'à présent n'y avait pas été rencontrée et avait échappé aux nombreux explorateurs de la Loire-Inférieure.

Nous n'ignorons pas qu'il y aurait beaucoup à ajouter aux observations que nous venons de présenter ; mais la nature de notre travail ne comporte pas une analyse plus détaillée des faits géologiques que nous avons constatés en Bretagne.

Ainsi donc, nous considérons la série silurienne, dans la région que nous étudions, comme constituée de la sorte, de haut en bas :

TERRAIN DÉVONIEN.

TERRAIN SILURIEN.	Calcaire ampéliteux.....	Faune troisième silurienne.
	Schiste ampéliteux.....	
	Grès culminant.	
	Schiste ardoisier.....	Faune seconde.
	(Minerai de fer).	
	Grès armoricain.	
	Schistes rouges.....	
	Poudingue.	

TERRAIN CAMBRIEN : Phyllades.

TERRAIN LAURENTIEN : Micaschistes. Gneiss.

Nous allons maintenant passer à l'examen de la faune de ces divers étages, c'est-à-dire à la partie la plus importante de notre travail.

III. — CARACTÈRES PALÉONTOLOGIQUES ;

et résumé des travaux antérieurs ; liste des localités fossilifères ; état de conservation des fossiles, etc.

Schistes cambriens. — Nous avons trouvé dans les schistes verts de *Néant* et dans les diverses autres localités de Bretagne des traces d'êtres organisés dont quelques-unes sont encore insuffisamment étudiées. Les plus abondantes sont des raies de un millimètre au plus de diamètre, légèrement courbes, que l'on voit à la surface de la roche ; elles sont assez espacées et se croisent dans tous les sens ; tantôt elles sont en relief, tantôt en creux. On les distingue aisément des lignes d'origine minérale et des ondulations irrégulières produites par les flots, qui se voient également à la surface des schistes. D'après leur

analogie avec certaines traces de même nature, figurées par Salter (1), nous les attribuerons à des annélides, en les désignant sous le nom de *Arenicola Kenta.* Mais nous ne voyons pas d'une manière distincte le double trou de l'habitation de l'animal que l'illustre paléontologiste anglais a pu figurer, et les nôtres pourraient, tout aussi bien, être classées parmi les fucoïdes.

D'autres empreintes, beaucoup plus rares, accompagnent les précédentes et se présentent avec une certaine constance de forme ; on peut les comparer à des *Oldhamia* dont la taille ordinaire serait très-exagérée. Les rameaux sont disposés en éventail, comme dans *O. antiqua, Forbes ;* mais plus incurvés et chaque groupe est complétement isolé ; ils sont souvent dichotomes. Sous certains rapports, ils se rapprochent davantage de *O. radiata, Forbes ;* mais dans cette dernière espèce, les rameaux rayonnent d'un centre commun que nous ne voyons sur aucun de nos exemplaires, où ils sont au contraire groupés dans un quart de cercle. Chaque rameau a un diamètre de un millimètre et demi environ, s'élargissant à l'extrémité. Leur nombre varie de quinze à vingt-cinq. Ils paraissent formés par une suite de grains en chapelet, juxtaposés. Nous observons la même disposition sur des échantillons de la roche de Bray-Head, près Dublin ; mais notre espèce est quatre ou cinq fois plus grande, par conséquent beaucoup plus nette, nous la désignerons sous le nom de *Oldhamia gigantea*, en ne l'attribuant d'ailleurs à ce genre qu'avec de grands doutes.

La présence de ces deux fossiles dans le terrain cambrien de la Bretagne mérite d'être remarquée. On peut considérer les couches où ils ont été trouvés comme placées vers la partie supérieure de l'étage ; elles sont dirigées O. 20 degrés S., comme celles du Longmynd dans les îles Britanniques. Aucune des autres traces qui les accompagnent n'appartient aux trilobites, et la présence de la faune première de Bohême en Bretagne reste plus problématique que jamais. Nos schistes cambriens ont une énorme épaisseur dans presque toutes les localités, comme sur la plus grande partie de leur hauteur, ils sont azoïques. Toutefois, nous ne devons pas désespérer de rencontrer un jour les premiers trilobites dans les étages inférieurs au grès armoricain, en considérant que dans notre péninsule, une immense surface a été à peine effleurée par le marteau du géologue.

Les *schistes rouges* sont souvent pétris, par place, de tiges plus ou moins distinctes, de diamètre et d'apparence variables, tantôt perpendiculaires aux strates, tantôt couchées ou dirigées dans tous les sens. Nous les laisserons provisoirement sous le nom de *Tigillites (Scolithus) linearis, Hall.* Nous avons trouvé d'autres débris organiques

(1) Q. J. G. S. Vol. XII et vol. XIII, 1856-57.

dans les mêmes roches, mais en dehors des limites de notre présente étude. Le facies général de la faune de cet étage ne permet pas de le considérer, quant à présent, comme distinct, au point de vue paléontologique, de celui qui lui est supérieur. M. Rouault avait déjà indiqué ce rapport ; malheureusement il n'y a cité aucune espèce.

Grès armoricain. — Dubuisson (1) a le premier fait connaître des bilobites de Bretagne ; il les avait trouvés à Saint-Aubin-des-Châteaux ; tantôt il les confond avec les calymènes, tantôt il leur assigne une origine végétale. Malgré ces hésitations, quand la paléontologie était encore à son aurore, la gloire de cette découverte n'en revient pas moins au savant Nantais, notre compatriote, à qui la science est redevable de beaucoup d'autres, que l'on oublie trop souvent d'attribuer à leur véritable auteur.

D'Orbigny (2) signala ensuite l'existence de son espèce bolivienne, *Cruziana rugosa* dans *les grès micacés des environs de Nantes,* dont, en note, il décrit une seconde sous le nom de *C. Lefebvrei,* du nom du malheureux voyageur duquel il la tenait.

Dufrénoy (3) attira l'attention sur « un fossile que l'on voit souvent en Bretagne et en Normandie. Il se présente sous la forme de tiges cylindroïdes un peu cannelées, avec des espèces de nœuds de distance en distance ; ces tiges sont placées presque toujours perpendiculairement à la direction des couches, c'est-à-dire dans une position inverse à celle qu'auraient dû prendre les corps charriés par les eaux ; il faut donc qu'elles appartiennent ou à des coraux qui ont vécu sur la place même où on les observe actuellement, ou à des plantes qui ont végété en même temps que le grès se déposait. On peut supposer encore que ces tiges appartiennent à d'anciens tubes creusés par des coquilles lithophages, et que les stries transversales qu'ils portent sont la trace des valves de ces fossiles. » On reconnaît à cette description les *Tigillites* de M. Rouault (4). Ce géologue a décrit un grand nombre de fossiles de ces grès, malheureusement sans les figurer. Dans son travail, il en cite quelques-uns comme se trouvant dans le Morbihan et la Loire-Inférieure. Depuis cette époque, Cailliaud et d'autres personnes ont mis au jour un certain nombre d'espèces de ce dernier département. L'abbé Danielo et M. de Limur ont contribué à accroître le contingent du Morbihan. L'un de nous a donné la liste de ceux de la

(1) *Catalogue de la collect. minéralogique, géognostique et minéralurgique du département de la Loire-Inférieure,* Nantes, 1830, p. 94.

(2) *Paléontologie de l'Amérique méridionale,* p. 31, 1842.

(3) *Ann. des Mines,* loc. cit. p. 231.

(4) *Notice préliminaire sur une nouvelle formation, découverte dans le terrain silurien inférieur de la Bretagne.* (Etage du grès armoricain.) B. S. G. F. 2e s. T. VII, p. 724, 1850.

Sarthe, trouvés par M. Guillier, et M. Farge a signalé des bilobites en Anjou.

Les principales localités fossilifères du grès armoricain sont : dans le Maine-et-Loire, la crête qui, partant des environs d'Angers, sur laquelle sont ouvertes les carrières des environs de Loiré, de Combrée, de Guigne-Pie au sud de Pouancé, etc., entre, de là, dans la Loire-Inférieure, où elle offre les gites de fossiles de Ruffigné et des environs de Sion ; traversant ensuite l'Ille-et-Vilaine par Fougeray, elle pénètre dans le Morbihan à la Gacilly, d'où on la suit par Saint-Martin-sur-Oust jusqu'à Malestroit ; c'est une des plus étendues que nous connaissions en Bretagne. Nous citerons aussi, dans la Loire-Inférieure, lès localités de Soulvache, la butte des Ridais au sud de Châteaubriant, et Saint-Aubin-des-Châteaux ; dans le Morbihan, Coatquidam, au nord de Guer, et la forêt de Kénékan aux limites des Côtes-du-Nord.

Ce grès, partout recherché pour l'entretien des routes, est largement exploité pour cet usage ; on peut aisément récueillir des plaques couvertes de bilobites entrecroisés. Dans tous les fossiles de cette formation, le test a disparu, mais souvent il est remplacé par une matière siliceuse ou micacée distincte de la roche environnante. On n'a jamais pu voir les extrémités des bilobites, qui se perdent toujours dans la roche ; certains échantillons dépassent la longueur d'un mètre. Les *Vexillum, Dædalus,* atteignent aussi une taille très-considérable, les *Tigillites* sont dans les mêmes conditions ; aussi l'étude de ces fossiles est-elle très-ardue et reste incomplète. Au volume des échantillons se joint la dureté de la roche, qui ne les laisse pas bien dégager, et ses clivages, qui ne permettent de les obtenir que par tronçons.

Les schistes rouges n'ont fourni, jusqu'à présent, que des fossiles indistincts, et c'est dans le grès de Sion que nous avons découvert le plus ancien trilobite breton : *Asaphus armoricanus, nob.* Cette espèce est jusqu'à présent la seule déterminable de l'étage ; toutefois elle suffit à prouver qu'il appartient à la faune seconde silurienne. Ce sont les lingules, les tigillites et les bilobites, qui sont les fossiles les plus abondants et dont la présence a motivé les divers noms qui ont été imposés au grès armoricain. Beaucoup d'espèces seront étudiées dans le cours de notre travail ; mais nous en avons trouvé, en dehors de nos limites, un certain nombre qui contribuent à établir les caractères de la faune ; les plus remarquables sont : des apparences de ce que Munster a appelé *Lumbricaria* (vestigia vermium aut algarum), qui sont probablement les déjections des nombreux annélides arénicoles qui vivaient à cette époque ; les acéphalés représentés par un très-grand nombre de formes, la plupart encore inédites ; les espèces dominantes appartiennent aux genres : *Ctenodonta, Lyrodesma, Modiolopsis, Or-*

thonota, et celles qu'a décrites Salter sous les noms de *Hippomya ringens* et *Pseudoaxinus trigonus.* Citons aussi une *orthis* et une quatrième lingule : *L. Salteri, Dav.* Quelques formes paraissent être communes avec le schiste ardoisier, et diverses *Tigillites* se propagent jusque dans le grès de May (1), ce qui s'explique par la récurrence des mêmes sédiments.

Schiste ardoisier. — Depuis longtemps, Guettard (2) avait attiré l'attention sur les trilobites des ardoisières d'Angers, qu'il attribuait à des crabes ou à des crevettes fossiles. En 1808, J. de Tristan et Bigot de Morogues (3) firent connaître « l'existence d'un crustacé fossile dans les schistes de la Hunaudière, aux environs de Nantes. » C'est Alexandre Brongniart (4) qui, le premier, a décrit plusieurs de nos trilobites, en leur donnant des noms génériques et spécifiques. Les espèces d'Angers, de Bretagne et du Cotentin qu'il distingue sont : *Calymene Tristani, C. macrophthalma, Ogygia Guettardi, O. Desmaresti.* Plusieurs savants ont reproduit ses figures et ses descriptions dans des dissertations sur les trilobites, et Burmeister a nommé (5) une cinquième espèce de notre pays : *Illœnus giganteus.* C'est à M. Rouault que l'on doit les travaux les plus considérables sur la paléontologie bretonne. Il a décrit bon nombre d'espèces de diverses classes, dans des mémoires insérés dans la 2e série du *Bulletin de la Société géologique de France* (6). Dans le cours de cette étude, nous aurons souvent à présenter des observations pour compléter ses travaux. Un certain nombre d'espèces sont citées comme se trouvant dans le Maine-et-Loire, la Loire-Inférieure et le Morbihan, d'où proviennent une partie des types.

M. Millet (7) a donné la liste de dix espèces de trilobites rencontrées dans les ardoisières d'Angers ; plusieurs ne s'y trouvent pas, et d'autres nous font double emploi.

Dans la stratigraphie du Cotentin, Dalimier a cité un certain nombre

(1) Morière : De la présence du genre *Scolithus* dans le grès silurien de May. *Bull. Soc. linnéenne de Normandie,* 2e série, vol. VIII, p. 119, 1874. — Guillier et de Tromelin, loc. cit. p. 588, 1874.

(2) *Mém. de l'Académie royale des Sciences,* 1757, p. 52, pl. 7-9.

(3) *Journal des Mines,* t. XXIII, p. 21.

(4) *Hist. naturelle des crustacés fossiles.* Trilobites, Paris, 1822.

(5) Org. Trilob. 1843.

(6) *Trilobites d'Ille-et-Vilaine,* t. VI, p. 309, 1847. — *Composition du test des Trilobites et sur les changements de forme dus à des causes accidentelles,* t. VI. p. 67, 1849. — *Description du Lichas Heberti des schistes de Vitré,* t, VI, p. 377, 1849. — *Causes auxquelles on peut attribuer les divers états sous lesquels se présentent les fossiles du schiste ardoisier de la Bretagne,* t. VI, p. 350, 1850. — *Mémoire sur le terrain paléozoïque des environs de Rennes,* t. VIII, p. 358. 1851.

(7) *Paléontologie de Maine-et-Loire,* 1854.

d'espèces. Enfin l'un de nous (1) a présenté le tableau de celles de la Sarthe, dont une partie reste à décrire.

Nous avons consulté, avec fruit, les études de Daniel Sharpe sur le terrain silurien du Portugal (2) ; de MM. de Verneuil et Barrande, sur l'Espagne (3) ; de Meneghini, sur la Sardaigne (4), et surtout les magnifiques travaux de M. Barrande sur la Bohême (5). Nous citerons aussi ceux de Salter (6), de Davidson (7), de Vyatt Edgell (8), qui ont fait connaître un certain nombre d'espèces de l'ouest de la France, rencontrées dans les galets du New-Red-Sandstone dans le Devonshire, par M. Vicary.

Ces ouvrages nous ont été très-utiles et ont beaucoup facilité notre tâche, car, dans notre pays, les fossiles bien conservés sont rares. Ils sont constamment aplatis, quand ils se trouvent dans les ardoises, comme laminés, tellement que les proportions réelles ont subi des variations considérables. Tantôt la longueur est très-exagérée, tantôt la largeur, d'autres fois la déformation a eu lieu dans un sens oblique. M. Henri Dufet, dans un mémoire très-intéressant (9), a démontré qu'il était possible de retrouver les véritables proportions des trilobites. Néanmoins, l'étude des espèces est très-délicate, des caractères importants ayant été effacés très-souvent.

Quelques observateurs, frappés de la grandeur considérable des trilobites d'Angers, ont cru y remarquer un contraste avec ceux de la Bretagne. Si, dans les collections, la plupart des grands exemplaires viennent de cette localité, cela tient, selon nous, à ce que l'on y recueille des trilobites depuis longtemps ; que le schiste étant extrait par gros blocs, on peut les y retrouver entiers ou en fragments de grande dimension, plus facilement que là où le géologue doit les obtenir de ses propres mains d'une roche inexploitée. On sait aussi que les ouvriers

(1) Loc. cit. 1873-74.

(2) *On the geology of the neighbourhood of Oporto* ; Quaterly journ. of the geological society vol. v, 1849. *On the silurian formation of Bussaco, with notes on the trilobites*, by J. W. Salteri, and *On the entomostraca*, by Rupert Jones ; Q. J. G. S. Vol, ix, 1853.

(3) *Description des fossiles du terrain silurien et dévonien d'Almaden*, B. S. G. F., 2e s. t. xiii, 1856.

(4) *Voyage en Sardaigne*, par Albert de la Marmora ; paléontologie ; Turin, 1857.

(5) *Brachiopoden der Silurischen von Bœhmen*, 1847-48.— Graptolites, 1850.— *Système silurien, du centre de la Bohême*, vol. i, trilobites, Prague, 1852. — Vol. ii, Céphalopodes, 1865, 1866, 1867, 1868, 1870, 1874. — Vol. iii, Ptéropodes, 1867. — Suppl. au vol. i, trilobites, crustacés divers et poissons, 1872, et autres nombreux travaux.

(6) *Note on the fossils from the Budleigh Salterton pebble-bed*. Q. J. G. S. vol. xx, 1864. *Fossils from the old Pebbles at Budleigh Salterton*. Geol. Mag. n° 1, 1864.

(7) *The Brachiopoda, etc.*, Q. J. G. S. vol. xxvi, 1870.

(8) *On some lamellibranchs, etc.*, Q. J. G. S. vol. xxx, p. 45, 1874.

(9) Notes sur les déformations des fossiles contenus dans les roches schisteuses, et sur la détermination de quelques espèces du genre Ogygia. *Ann. de l'Ecole normale supérieure*, 1875.

apportent plus d'attention à recueillir les spécimens les plus considérables sous le rapport de la taille, qui frappent davantage leurs yeux. Au contraire, là où le schiste est inexploitable comme ardoises, il se brise en petits fragments. Enfin, les meilleures localités sous le rapport de la bonne conservation des fossiles, c'est-à-dire les plus dignes de recherches suivies, sont celles qui, comme la Hunaudière, offrent des nodules siliceux, et la grosseur de ces nodules ne dépasse guère celle du poing. Nous avons d'ailleurs, provenant d'endroits très-distants les uns des autres, des spécimens des mêmes espèces que les trilobites d'Angers, qui ne leur cèdent en rien sous le rapport de la taille, comme là aussi nous en avons rencontré de très-petits. Voici les dimensions maximum qu'atteignent quelques espèces dans diverses localités, d'après des échantillons de notre collection :

Calymene Tristani, Brong.	20 c. de longueur				Pierric.
id.	15	—			La Hunaudière.
id.	14	—			Angers.
id.	17 c. de long., sur 6 c. de larg.				Mur-de-Bretagne.
Asaphus Guettardi Brong.	38	—	14	—	Angers.
A. nobilis, Barr.	25	—	16	—	La Couyère.
Ogygia Desmaresti, Brong.	36	—	20	—	Sion.
id.	17	—	7	—	Angers.
id.	13	—	13	—	Vitré.

D'après des fragments, cette espèce atteindrait une taille beaucoup plus considérable, elle dépasserait 50 cent. d'après des têtes et des pygidiums isolés,

Illœnus giganteus, Burn.	33 c. de long., sur 12 c. de larg.				Angers.
id.	16	—	14	—	Pierric.
id.	8	—	5	—	La Hunaudière.
Placoparia Tourneminei, Rou.	7	—	3	—	Angers.
id.	5	—	2	—	Rochefort.
Acidaspis Buchi, Barr (sans les pointes.)	12	—	8	—	Riadan.

En comparant les chiffres donnés pour quelques espèces, on voit qu'il faut faire la part des déformations subies par les fossiles, mais ils suffisent à établir que nos trilobites dépassent, comme taille, ceux de toutes les régions siluriennes. Bayan (1), dans une note sur une tête de *Lichas Heberti, Rou.* d'Angers, a fait remarquer que cette espèce devait atteindre de 70 à 80 centimètres ; mais on n'en connaît aucun spé-

(1) *Bull. Soc. Géol. Fr.* 2e s., t. XXIX, p. 229. 1872.

cimen entier ; ce serait le plus grand trilobite. On ne peut comparer aux nôtres que ceux de Cabrières (Hérault), où l'on a trouvé un exemplaire de *Asaphus Barrandei, Vern.* (non *Hall*), de 40 cent. (1).

Cet avantage ne compense pas le mauvais état de conservation ; le test a presque toujours disparu, quelquefois il subsiste partiellement ou il est remplacé par du sulfate de baryte, ou du sulfate de chaux ; très-souvent sa place est occupée par du sulfure de fer, comme M. Rouault l'a observé. Le moule extérieur permet souvent de rétablir les apparences de la surface.

Généralement les fossiles sont cantonnés dans certaines couches, tandis que des bancs entiers n'en renferment aucune trace ; d'autres fois, il y en a dans toute la hauteur, même dans les minerais de fer de la base. Nous avons cru remarquer que c'était dans le premier cas que les trilobites avaient la plus grande taille.

A la Hunaudière, on trouve des fossiles admirablement préservés dans les sphéroïdes argilo-siliceux, épars à la surface des champs. C'est de là que viennent la plupart de nos céphalopodes, hétéropodes et acéphalés. Dans toutes les autres localités, la roche est le schiste ardoisier. Voici la liste de celles que nous avons explorées : la Fresnaie, Trélazé, Saint-Barthélemy, près Angers ; la Pouèze ; Mise-en-Grain, commune de Noyant (Maine-et-Loire) ; — Vritz ; la Craonaie, 4 kilom. N.-E. de Saint-Julien-de-Vouvantes ; la Guérinaie, 3 kil. S.-E. de Rougé ; la Hunaudière, 5 kilom. E.-S.-E. de Sion ; l'est, l'ouest et le sud de Sion ; la Grée, le Pas-Guillaume, à l'O. de Derval et Pierric ; Guéménè-Penfao (Loire-Inférieure) ; — Rochefort-en-Terre ; Pluherlin ; Monteneuf ; le sud-ouest de Ploërmel ; Sainte-Brigide, près les Salles-de-Rohan ; Gourin (Morbihan). Le département de la Loire-Inférieure est celui que nous avons le plus étudié.

Ainsi que nous l'avons dit ci-dessus, nous considérons toutes ces localités comme appartenant à un seul étage ; cependant le niveau de la Hunaudière est un peu supérieur à celui de Sion. Dalimier a insisté sur la séparation des couches à *Trinuclei* de la Sangsurière et de Riadan (2) de celles qui renferment *Calymene Tristani, Brong.* Nous ferons observer que le genre *Trinucleus* existe depuis la base jusqu'au sommet de la faune seconde. Néanmoins, en ce qui concerne le massif breton, la division paraît fondée, et nous croyons devoir l'adopter pour les fossiles de la localité de Renazé (Mayenne), que nous énumérons dans notre travail. Après des études suivies et très-minutieuses, il sera probablement possible de classer de la sorte nos schistes ardoisiers :

(1) *Barrande,* vol. 1, suppl. p. 564. — Le nom de *Asaphus Barrandei, Vern.* devant tomber dans la synonymie, je propose pour cette espèce celui de *A. magnificus, Trom.*

(2) *Colentin,* p. 76. B. S. G. F., T. xx, p. 145.

1° La *zone inférieure*, caractérisée par *la présence* de *C. Tristani* et *l'absence* de *Trinucleus ornatus ;* le premier horizon contenant *Placoparia Zippei.*

2° Une ou plusieurs zones de transition ;

3° La *zone supérieure,* caractérisée par *l'absence* de *C. Tristani* et *la présence* de *T. ornatus.*

Toutefois, le nombre de fossiles communs à toutes les zones est très-considérable, et il faut admettre une évolution lente, graduelle, sans brusque changement, dans la faune. La zone de *C. Tristani* est de beaucoup la plus puissante et la plus répandue. En étudiant des localités différentes, on observe des variations considérables sous le rapport de la répartition des espèces, et nous citerons comme ayant une propagation verticale très-grande : *Calymene Arago, Rou. — C. pulchra, Barr. — Asaphus nobilis, Barr. — Placoparia Tourneminei, Rou. — Acidaspis Buchi, Barr. — Beyrichia Guillieri, Trom. — B. Bussacensis, Jones. — Primitia simplex, Jones. — Serpulites Letellieri, Trom. — Hyolithes Beirensis, Sh. — Bellerophon bilobatus, Sow. — Redonia Deshayesiana, Rou.* — Diverses *Nuculæ. — Orthis Filicerœi, Rou,* et autres brachiopodes, etc., etc., tandis que plusieurs de ces espèces caractérisent la première phase de la faune seconde de Bohême.

Les caractères paléontologiques des schistes ardoisiers seront suffisamment exposés dans le cours de cette étude ; mais nous relevons aussi, comme faits importants : la prédominance du genre *Dalmanites* parmi les trilobites ; la présence, outre ceux que nous citons, des genres *Homanolotus ; Beyrichia ; Hippula, Barr. (Hippa, Barr., non Latr.); Anatifopsis ; Plumulites ; Holopœa; Cypricardia ?; Dolabra ?, etc.; Leptœna ; Climatograptus ;* de quelques bryozoaires ; *Protaster ?;* de diverses cystidées et de quelques crinoïdes. Nous ne nous occupons pas des grès de May et de Saint-Germain-sur-Ille, que nous laissons de côté pour le moment.

Schiste ampéliteux et phtanite. — Ainsi que nous l'avons déjà dit, les grès supérieurs aux ardoises ne contiennent pas de fossiles, ou, du moins, on n'y en a pas indubitablement reconnu. Au contraire, les graptolites pullulent dans les ampélites et phtanites intercalées. Dans le schiste noir, les espèces sont souvent mal conservées ; la roche est très-friable, tachant les doigts, ou bien les pyrites contenues en amènent la décomposition.

M. Farge a donné la liste des graptolites qu'il avait rencontrés dans la phtanite de l'Anjou, et nous avons pu les étudier, grâce à une généreuse communication, pour laquelle nous lui adressons ici tous nos remercîments. Les localités qu'il a découvertes sont : la forêt de Brissac ; les Bigottières-en-Mozé ; Savigné ; la Guichardière-en-Denée ; Saint-

TABLEAU A

Résumant la distribution verticale et horizontale des espèces, dans le Maine-et-Loire, le sud de la Mayenne, la Loire-Inférieure et le Morbihan. (Anjou et Bretagne méridionale).

NUMÉROS D'ORDRE	NOMS des ESPÈCES	ÉTAGES LOCAUX FOSSILIFÈRES — Schistes cambriens.	FAUNE SECONDE SILURIENNE — Schistes rouges.	FAUNE SECONDE SILURIENNE — Grès armoricain.	FAUNE SECONDE SILURIENNE — SCHISTE ARDOISIER	F. III — Schiste amphiteux.	F. III — Calcaire amphiteux.	LOCALITÉS
1	2	3	4	5	6 7	8	9	10
	Crustacés.							
	TRILOBITES.							
1	*Calymene* Aragoi, Rou.				+			Angers, La Hunaudière, Sion, Derval, Pierric, Gourin.
2	C. Pulchra, Barr.				+	+		La Hunaudière, Sion, Renazé; (Mayenne).
3	C. Salteri, Rou.				+			Angers, La Hunaudière, Sion, Gourin.
4	C. Tristani, Brong.				+			Angers, La Pouëze, La Craonaie, La Tourière, La Guérivaie, La Hunaudière, Sion, Derval, Pierric, Ploërmel, Monteneuf, Rochefort, Pluherlin. S^{te} Brigide, Gourin.
5	*Dalmanites* macrophtalma, Brong. Sp.				+			La Hunaudière, Angers, Pierric, Gourin,
6	D. Phillipsi, Barr.				+			La Hunaudière.
7	D. socialis, Barr. var. Armoricana, Trom. Lebesc				+			Id.
8	D. socialis, var. proœva, Barr.					+		Renazé.
9	D. Torrubiæ, Vern. Barr.				+			Angers, Pierric.
10	Dalmanites sp.				+			Sion.
11	*Lichas* Heberti, Rou.				+			Angers, Monteneuf.
12	Lichas sp.				+			Monteneuf.
13	*Trinucleus* Goldfussi, Barr.					+		Renazé.
14	T. ornatus, Sternb. sp.					+		Id.
15	T. Pongerardi, Rou.					+		Id.
16	*Ampyx* tenelus? Barr.					+		Id.
17	*Asaphus* Armoricanus, Trom. Lebesc.			+	+			Sion.
18	A. Cianus, Vern. Barr.				+			Id.
19	A. Guettardi, Brong. sp.				+			Angers, La Hunaudière, Sion, Monteneuf,
20	A. Delessei, Duf. sp.				+			Sion.
21	A. nobilis, Barr.				+			Angers, Derval, Pierric, La Hunaudière.
22	*Ogygites* Desmaresti, Brong.				+			Angers, La Craonaie, Sion, Pierric, Monteneuf.
23	O. glabrata, Salt.				+			La Hunaudière.
24	*Illœnus* advena, Barr.				+			La Hunaudière.
25	J. Beaumonti, Rou. sp.				+	+		Gourin, Renazé.
26	J. giganteus, Burm.				+			Angers, Derval, Pierric, Gourin.
27	J. Hispanicus, Vern. Barr.				+			La Hunaudière.
28	J. Salteri, Barr.				+			Sion.
29	*Placoparia* Tourneminei, Rou.				+			La Hunaudière, La Grée, Pierric, Rochefort.
30	P. Zippei, Boeck, sp.				+			Sion.
31	*Chirurus* Guillieri, Trom.				+			La Hunaudière.
32	*Acidaspis* Buchi. Barr.					+		Renazé.
	PHYLLOPODES.							
33	*Myocaris* lutraria, Salt.				+			Sion.
34	*Ceratiocaris* Cenomanensis, Trom.						+	Lusanger, Villepot.
	OSTRACODES.							
35	*Bolbozoe* anomala, Barr.						+	Lusanger.
36	B. Bohemica, Barr.						+	Id.
37	*Cytheropsis* subtestis, Trom. Lebesc.			+				Sion.
38	*Entomis* migrans, Barr.						+	Lusanger.
39	*Primitia* simplex, Jones.				+			Sion.
	Annélides.							
40	*Arenicolites* Kenta, Trom. Lebesc.	+						Néant.
41	*Tigillites* (Scolithus) linearis, Hall.		+					
42	Tigillites Danieloi, Rou.			+				Coatquidam.
43	T. Dufresnoyi, Rou.			+				Kénékan.
44	*Serpulites* Letellieri, Trom.				+	+		Guéménć-Penfao, Renazé.
	Mollusques.							
	CÉPHALOPODES.							
45	*Lituites* intermedius, Vern. Barr.				+			Sion.
46	*Orthoceras* Hisingeri, Rou.				+			La Hunaudière. Sion.
47	O. remotum, Salt.				+			Soulvache.
48	O. Styloideum, Barr.						+	Lusanger, Villepot.
49	Endoceras Dalimieri, Barr.				+			La Hunaudière.
50	E. Guerangeri, Trom.				+			Id.
51	Endoceras sp.			+	+			Sion.
52	Orth. Chalmasi, Trom. Lebesc.				+			La Hunaudière.
	PTÉROPODES.							
53	*Conularia* nobilis, Barr.				+			La Hunaudière.
	HÉTÉROPODES.							
54	*Bellerophon* bilobatus, Sow.				+			Angers, La Hunaudière, La Grée, Monteneuf.
55	B. Duriensis, Sharpe.				+			La Hunaudière.
	GASTÉROPODES.							
56	*Capulus* subcompressus, Trom. Lebesc.						+	Villepot.
	ACÉPHALES.							
57	*Rodonia* Deshayesiana. Rou.				+			La Hunaudière, Monteneuf, Gourin.
58	R. Duvaliana, Rou.				+			Angers, La Hunaudière, Monteneuf, Gourin.
59	*Clidophorus* Caravantesi? Vern. Barr.				+			La Hunaudière.
60	*Cardium* subarcuatum, Munst.						+	Villepot.
61	Cardiacé indét.						?	Derval. Lusanger.
62	*Cardiola* interrupta, Sow.						+	Lusanger.
63	*Arca*? Naranjoana, Vern. Barr.			?	+			Sion, La Hunaudière.
64	*Palwarca* secunda, Salt.				+			Sion.
65	*Lyrodesma* Armoricana, Trom. Lebesc.				+			Sion.
66	*Ctenodonta* Cixe, Sh. sp.				+	+		La Hunaudière, Renazé.
67	C. Costæ, Sh. sp.				+	+		Sion, La Hunaudière.
68	C. Ezquerræ, Sh. sp.					+		La Hunaudière.
69	C. Eschwegei, Sh. sp.						+	Renazé.
70	C. Ribeiro, Sh. sp.				+			Sion.
71	C. Morreni, Rou. sp.			?	+			Sion, La Hunaudière.
72	*Modiolopsis* Cailliaudi, Tr. Leb.			+				Sion.
73	M. elegantulus, Sharpe.				+			La Hunaudière.
74	*Orthonota* britannica, Rou. sp.				+			Monteneuf.
75	O. Lebescontei, Trom.			+				Sion.
76	Orthonota sp.			+				Id.
77	*Silurina* robusta, Barr.						+	Derval.
78	*Mytilus* sp. E.						+	Lusanger.
	BRACHIOPODES.							
79	*Obolus* Bowlesi, Vern. Barr.				+			Sion.
80	O? flosus, Vern. Barr.				+			La Guérivaie, Sion.
81	*Lingula* Brimonti, Rou.			+				Châteaubriant, Ruffigné, Sion.
82	L. Hawkei, Rou.			+				Sion, Soulvache.
83	L. Lesueuri, Rou.			+				Châteaubriant, Ruffigné, Sion.
84	*Athyris* compressa, Sow. sp.						+	Derval.
85	*Orthis* Berthoisi, Rou.				+	+		Renazé, La Guérivaie, Angers.
86	O. Duriensis, Sharpe.				+			Sion.
87	O. Lusitanica, Sh.				+			La Guérivaie, Sion.
88	O. Sardoa, Menegh.				+			La Craonaie, Sion.
89	O. Calligramma, Vern. Barr.				+			Sion.
90	O. Miniensis, Sh.				+			La Craonaie, La Tourière, La Guérivaie, Sion, Pierric.
91	O. Davidi, Rou. sp.				+			La Tourière.
92	O. Mundæ, Sh.				+			Renazé.
93	O. Noctilio, Sh.				+			Angers, Mise-en-Grain, Vritz, Sion, La Grée, Renazé, La Guérivaie.
94	O. Ribeiroi, Sh.				+			La Tourière, Monteneuf, Renazé.
95	O. testudinaria, Vern. Barr.				+			La Hunaudière.
	CRAPTOLITHES.							
96	*Didymograpsus* Murchisoni? Beck.				+			Sion.
97	*Diplograpsus* folium, His.						+	Forêt de Brissac, Les Bigottières.
98	*Graptolithus* Becki, Barr.						+	De Mozé à Vern, Villepot.
99	G. Bohemicus, Barr.						+	Villepot.
100	G. colonus, Barr.						+	De Mozé à Vern, Abbaretz.
101	G. Hisingeri? Carr.				+			Sion.
102	G. Nilssoni, Barr.						+	De Mozé à Vern.
103	G. priodon, Brong.						+	Lusanger. Villepot.
104	G. spiralis, Gein.						+	Les Bigottières, S^{t}-Martin du Fouilloux.
105	G. Sedgwicki? Portl.			+	+			Sion.
	Rayonnés.							
	ECHINODERMES.							
106	Encrinites Andegavensis Trom. Lebe.					+		Renazé.
107	Crinoides indéterminés.				1			Sion.
108					1			Derval, Soulvache.
	POLYPIERS.							
109	*Petraia*? insolita, Trom. Leb.					+		Renazé.
110	*Favosites* asper, d'Orb.						+	Villepot.
111	F. fibrosus, Goldf.						+	Id.
112	F. Gothlandicus, Linn.						+	Id.
	Végétaux.							
	ALGUES.							
113	*Bythotrephis* Sionensis, Trom. Lebes.				+			Sion.
114	Fucoïdes Bosséi, Trom. Lebesc.						+	La Bégunaie en Lusanger.
115	*Fræna* Saiuthilairei, Rou.			+				Saint-Aubin-des-Châteaux.
116	*Cruziana* Cordieri, Rou. sp.			+				Sion.
117	C. furcifera, d'Orb.			+				S'-Aubin des Châteaux, Sion, Coatquidam
118	C. Goldfussi, Rou. sp.			+				Sion.
119	C. Lefebvrei, d'Orb.			+				Sion, Ruffigné, Soulvache, S'-Martin.
120	C. Prevosti, Rou. sp.			+				Combrée, Soulvache.
121	C. rugosa, d'Orb.			+				Loiré, S'-Aubin, Sion, Guer.
122	C. Lyelli, Rou. sp.			+				Châteaubriant (butte des Ridais). Saint-Aubin des Ch.
123	*Rysophycus* Armoricanus, Trom. Lebesc.			+				Butte des Ridais, S. de Châteaubriant.
124	R. Barrandei, Trom. Lebesc.			+				S'-Aubin des Châteaux.
125	*Vexillum* Halli, Rou.			+				Soulvache, Rougé.
126	V. Labechei, Rou.			+				Soulvache.
127	*Dadalus* Koninckı, Rou.			+				Id.
128	D. Newtoni, Rou.			+				Soulvache, La Vallière (N. de Sion).
129	*Foralites* Pomeli, Rou.			+				
130	*Oldhamia*? gigantea, Trom. Lebesc.	+						Néant.

Nombre d'espèces par étages : = .. 2 | 1 | 34 | 66 | 17 | 5 | 19

TOTAL : = ... 144

Répétitions verticales : = ... 14

TOTAL GÉNÉRAL : = ... 130

Martin-du-Fouilloux ; Cuillon, entre Vern et le Loroux-Béconnais. Nous signalerons le même étage entre Saint-Gemmes et Bouchemaine, et, dans la Loire-Inférieure, au village du Houx, en Abbaretz. Les espèces de graptolites sont au nombre de cinq seulement ; il faut y joindre des fragments d'Orthokères indéterminables. D'autres localités bretonnes nous ont fourni divers cardiacés, des *Orthis, Leptœna,* des crinoïdes et des fucoïdes. Nous avons aussi trouvé à Neuvillette (Sarthe), une Rhynchonelle, assez voisine de la *T. Niobe, Barr.,* mais plus petite, que nous nommerons *R. ampelitidis.* Elle existe en Bohême, dans la bande *e* 2 de Lodenitz, ainsi que M. Barrande a bien voulu nous le dire.

Calcaires ampéliteux. — Cet étage est représenté, dans la Loire-Inférieure, par des lits de schistes avec nodules d'argile siliceuse, gris, noirs ou rougeâtres, qui en contiennent les espèces caractéristiques. Les points où ils ont été découverts sont: les landes de la Ruette, à l'O. de Villepot ; le moulin de Quibut, au N.-O. de Derval, vers Lusanger et la Béguinaie, entre Lusanger et Sion, où on les a rencontrés en creusant un puits. La pauvreté de la faune s'explique par le petit nombre de nodules recueillis jusqu'à ce jour, leur découverte étant très-récente, et l'état de conservation des fossiles laissant beaucoup à désirer.

Nous ne connaissons dans cet étage aucun trilobite, caractère négatif d'une certaine importance. En revanche, les crustacés non trilobitiques sont assez nombreux, surtout à Chemiré (Sarthe). Les céphalopodes du genre *Orthoceras* fournissent un grand nombre d'individus, et M. Barrande (1) cite : *O. hastile,* Saint-Sauveur-le-Vicomte ; *O. lancea,* Feuguerolles ; *O. originale,* Feuguerolles ; *O. pleurotomum,* Feuguerolles ; *O. severum,* Saint-Sauveur ; *O. Vibrayei,* Saint-Sauveur ; *O. subannulare, Munst.,* Saint-Sauveur, Feuguerolles. Dans cette dernière localité, ils sont accompagnés d'une Cyrthokère, de très-rares gastéropodes, de nombreux cardiacés, parmi lesquels *Cardiola interrupta, Sow.,* de formes aviculoïdes et mytiloïdes, de quelques espèces des genres *Athyris, Rhynchonella* et *Orthis ;* des *Graptolithus priodon, Bronn.,* et *Retiolites Geinitzianus, Barr.,* de quelques crinoïdes et de *Favosites fibrosa, Goldf.* L'un de nous a déjà présenté le tableau des espèces trouvées par M. Guillier dans la Sarthe et la Mayenne (2).

De son côté, Cailliaud a cité aux environs d'Erbray, près Saint-Julien-de-Vouvantes, dans un calcaire blanc, quelques fossiles de l'étage F de Bohême, avec un grand nombre d'espèces dévoniennes (1). Toutes

(1) Vol. II, *Distrib. des Céph.*, p. 29. 1870.

(2) *Note sur le terrain silurien de la Sarthe. Bull. Soc. Agr. Sciences et Arts de la Sarthe.* T. XXII, p. 585, 1874.

les espèces du calcaire ampéliteux appartiennent, au contraire, à l'étage E. Il y a donc là un contraste avec le fait signalé par Cailliaud. Nous avons exploré avec soin et à plusieurs reprises les localités d'Erbray, depuis 1865 ; mais nous n'avons pu, jusqu'à présent, démêler suffisamment la stratigraphie des couches, ni déterminer complétement les espèces. Nous nous sommes donc abstenus de les porter sur notre liste ; cependant nous considérons comme réelle l'existence d'un horizon appartenant à la partie supérieure de la faune troisième, à Erbray. Néanmoins, à Néhon et à Brûlon, avec la faune dévonienne de Bretagne, on trouve quelques espèces siluriennes, et il ne serait pas impossible que la Loire-Inférieure offrît un phénomène du même ordre. Enfin, M. Barrande nous a fait remarquer une tête de *Calymene* parmi divers fossiles du grès de Gahard, qu'il est impossible de ne pas attribuer au terrain dévonien, tel qu'il est compris dans l'O. de la France par tous les géologues. La découverte d'une espèce de ce genre que nous avons retrouvée dans le grès de Landerneau, sur cet horizon, est venue accroître nos hésitations. Quoi qu'il en soit, nous espérons que de minutieuses recherches nous permettront de séparer les couches siluriennes d'Erbray des calcaires dévoniens plus puissants qui les recouvrent, mais cette étude n'est pas assez avancée en ce moment.

DESCRIPTION DES ESPÈCES

IV. — GRÈS ARMORICAIN

Crustacés

TRILOBITES :

Asaphus armoricanus, nov. sp.

Cette espèce de trilobite est la seule déterminable fournie par le grès armoricain. Nous n'avons que le pygidium qui soit bien conservé ; il nous offre les caractères suivants : Forme générale presque circulaire; bombement sensible, axe occupant un peu plus du quart de la largeur totale, terminé brusquement au cinquième de la longueur, présentant sept articulations distinctes ; six à huit sur les lobes latéraux suivant la taille des spécimens, sans compter la demi-côte articulaire, pas trace de sillons intercostaux ; leur relief est prononcé, arrondi, de plus en plus marqué jusqu'à leur extrémité ; elles sont limitées, ainsi que l'axe, par un limbe large, déprimé qui occupe tout le contour. La doublure est couverte de stries fines, anastomosées, un peu espacées.

Le pygidium de notre espèce se distingue aisément de celui de *O. Desmaresti,* par la plus grande largeur du lobe médian et le nombre plus considérable des articula-

(1) *Sur l'Existence de la Faune troisième silurienne dans le N.-E. du département de la Loire-Inférieure.* B. S. G. F.2e S. T. XVIII, p. 320. 1861.

tions, l'espèce comparée n'en offrant que quatre ou cinq au plus dans les spécimens où elles ne sont pas à l'état latent; de celui de *Asaphus nobilis* par le relief des articulations des lobes latéraux et l'absence des ornements caractéristiques.

Nos pygidiums sont assez semblables à celui que M. Barrande a figuré sous le nom de *O. discreta;* mais ils s'en distinguent par leur plus grande taille. Ils ressemblent beaucoup à celui de l'espèce des schistes que, d'après la tête et le thorax, nous attribuons à *A. Cianus, Vern. Barr.;* mais le pygidium du type de cette espèce d'Espagne étant inconnu, nous pensons qu'il serait prématuré de les réunir.

Notre plus grand exemplaire de ces pygidiums a une longueur de 90mm, et une largeur de 43mm.; un autre des schistes atteint 165mm. sur 70mm.

La tête n'est connue que par des fragments de joues mobiles, les yeux paraissent placés fort en avant et l'angle génal arrondi?

Asaphus armoricanus se trouve à *Sion* dans le grès armoricain avec *L. Lesueuri, Rou.,* comme à *Saint-Léonard des Bois* (Sarthe) et à la *Lande du Goult* (Orne), où nous l'avons reconnue par des fragments. Nous avons aussi rencontré dans les schistes les plus inférieurs de *Sion* des pygidiums qu'il nous semble impossible de distinguer de ceux des grès.

PHYLLOPODES

Myocaris lutraria, Salt.

Id. Q. J. G. S. Vol. xx, p. 292. — Id. Geol. Mag. n° 1, fig. 4, p. 11, 1864.

Nous avons la satisfaction de constater l'existence en Bretagne de cet intéressant crustacé, qui n'était connu que par l'exemplaire erratique du British Museum figuré par Salter. Nous l'avions d'abord rencontré à *Guichen* (Ille-et-Vilaine), et nous venons de le trouver à l'Ouest de *Sion*. Nos échantillons ne sont pas aussi bien conservés que le type, et ce n'est que par des fragments que nous pouvons voir que les spécimens bretons atteignaient une taille aussi grande; ceux qui sont entiers n'en ont que le quart, mais nous avons les deux valves, qui sont semblables.

Elles sont peu bombées, la forme est rectangulaire dans l'ensemble, la plus grande dimension étant dans le sens transversal : l'avant dessine une ligne légèrement concave et forme des angles presque droits avec les bords ventral et dorsal. Au cinquième de la longueur de ce dernier, en partant de l'extrémité antérieure, on voit un crochet prononcé dirigé vers l'avant; il est bordé antérieurement par une échancrure qui se prolonge sur la coquille par un petit sillon, on la remarque d'autant plus que les valves sont renflées au bord dorsal à sa rencontre et seulement à cet endroit. Ces caractères nous indiquent la place de la tête. De ce crochet, qui limite l'échancrure en arrière, partent deux arêtes très-prononcées qui se terminent en pointes aiguës au côté postérieur, la première aboutissant au milieu de ce côté qu'elle dépasse, la seconde à sa jonction avec le bord ventral. Celui-ci est légèrement arqué vers le dehors. La surface des valves présente des stries concentriques peu distinctes. — Les dimensions sont : longueur 55mm., largeur 25mm, d'après Salter; l'épaisseur à l'endroit de l'échancrure ou sillon cervical : 7 à 8mm au plus.

On trouvera probablement aussi dans le grès armoricain *M. Quadrata* et *M. Valpyi,* de Salter. La présence de ce genre dans cet étage est l'un des faits les plus remarquables qu'en offre la faune. Salter a fait remarquer l'analogie de *Myocaris* avec *Ribeiria,* qu'il rapporte également à la classe des crustacés. Nous connaissons des *Ribeiria* dans l'O. de la France dans le grès de May : ce sont les *R. conformis* et *R. magnifica, Salt.*

M. Bonnissent a cité à *Sideville* (Manche), un « petit crustacé inédit » avec *L. Lesueuri.*

Myocaris lutraria accompagne à *Sion* les nombreux acéphalés que fournit cette localité et *L. Lesueuri.*

Ostracodes

Cytheropsis subtestis, nov. sp.

Cf : C. testis, Barr. Sil. Boh. vol. I, suppl. pl. 25. 1872.

Un spécimen rencontré à *Sion, L. Lesueuri* nous paraît reproduire les apparences de la forme bohême; mais nous observons un tubercule oculaire qui est placé près de la charnière, à environ la moitié de la longueur, un peu vers la partie antérieure

Annélides

Genre : *Tigillites,* Rou.

Id. B. S. G. F. 2ᵉ S. t. VIII, p. 750, 1850.

Nous ne pouvons entrer dans une discussion détaillée relativement à la nature de ces fossiles : les uns nous paraissent être certainement des arénicoles, tandis qu'il pourrait s'en trouver qui fussent des végétaux. Nous maintenons le nom de M. Rouault, parce que celui de *Scolithus* avait été appliqué à un genre d'insectes avant de l'être par Hall à des formes très-analogues aux nôtres.

Les espèces dont nous avons reconnu l'existence, dans la région dont nous nous occupons, sont :

Tigillites Danieloï, Rou. à *Coatquidam.*

T. Dufrenoyi, Rou. forêt de *Kénékan.* L'espèce figurée par Salter sous le nom de *Trachyderma serrata (Q. J. G. S. Vol. XX, pl. 15, 1864)*, nous paraît y appartenir.

Le genre *Foralites, Rou.* (*loc. cit p. 752*), doit être en partie réuni au genre *Tigillites.* L'espèce nommée *F. Hœninghausi,* n'en diffère pas, et offre, particulièrement, les caractères des annélides, tandis que la première espèce, *F. Pometi,* pourrait bien être un fucoïde qui végétait sur les bilobites avec lesquels on le trouve ; on peut donc lui conserver le nom générique de M. Rouault.

NOTA. — On trouve aussi dans les shistes rouges des environs de Redon des tiges indistinctes, tantôt perpendiculaires aux couches, tantôt couchées. Nous les rapporterons provisoirement au *Tigillites* (*Scolithus*) *linearis, Hall.*

Mollusques

ACÉPHALÉS

Lyrodesma armoricana, nov. sp.

Petite coquille transverse, triangulaire, offrant quelques rapports avec *L. cœlata, Salt.,* mais de taille beaucoup moindre. Elle est très-commune à *Guichen* et nous l'avons également trouvée à l'O. de *Sion.* L'impression musculaire antérieure est très-profonde, de sorte que l'on croirait double le crochet de la coquille qu'elle longe. Les dents sont au nombre de cinq, les trois premières sont droites et placées sous le crochet, les deux autres sont plus grandes, obliques et rayonnent vers l'extrémité antérieure; à l'endroit du crochet la coquille est très-renflée. Les dimensions de nos exemplaires ne dépassent pas cinq millimètres sur huit.

Ctenodonta Ribeiro, Sharpe, sp.

Nucula id., Q. J. G. S. Vol. IX, pl. IX, 1853.— Id. Vern. Barn. B. S. G. F. 2ᵉ s. T. XII. pl. 27, 1856.

Cette espèce paraît exister dans le grès armoricain de *Sion.* L'un de nous l'a aussi trouvée dans les schistes ardoisiers de *Brieux* (Orne) ; elle serait donc commune aux deux étages. Cette espèce peut être celle que M. Rouault appelle *N. Chauveli.*

Dans le grès de *Sion* elle est accompagnée de formes que nous rapportons avec doute aux espèces suivantes : *Ctenodonta Costæ, Sh. sp.* — *Ct. Morreni, Rou. sp.* — et *Arca? Naranjoana, Vern. Barr.,* qui toutes existent dans les schistes ardoisiers.

Palœarca secunda, Salt.

Cf. : id., Q. J. G. S. Vol. XX, pl. 16, 1864.

Des spécimens assez mal conservés nous paraissent devoir être rapportés à cette espèce. *Sion.*

Modiolopsis Cailliaudi, nov. sp.

Coquille transverse, ovale, l'extrémité antérieure étant la moins large ; comparable à *Mod.* (*Pullastra*) *complanata, Sow.,* dont elle diffère en ce que l'angle car-

dinal est beaucoup moins marqué et la partie postérieure plus large, régulièrement arrondie. L'impression musculaire antérieure est petite, conique, saillante sur le moule interne; l'impression postérieure plate, moins distincte, est placée sur la même ligne, assez près du bord. Le milieu de la coquille est occupé par une dépression étendue mais peu profonde, qui, partant du crochet, vient en s'élargissant aboutir au milieu du bord. Dimensions : longueur, 20^{mm}; hauteur, 11^{mm}. Cette forme ne nous est connue que par le moule interne, peut-être devrait-elle être rangée dans le genre *Orthonota*. Nous le dédions à l'ancien directeur du Muséum de Nantes. Loc. : *Sion*.

Orthonota Lebescontei, Trom.

Id., Bull. Soc. Agr. Sciences et Arts de la Sarthe, T. XXII, p. 589, 1874.

L'un de nous a décrit cette espèce d'après un échantillon de *Quéménéven* (Finistère); nous l'avons depuis trouvée à *Sion* avec les précédentes. Elle est comparable à *Orth.* (*Cypricardia*) *amygdalina, Sow.*, mais elle s'en distingue par sa taille moindre; ses crochets inclinés plus en avant et enveloppant presque l'impression musculaire antérieure; le bord cardinal se confond avec la partie correspondante du contour et l'extrémité postérieure est acuminée. Long., 15^{mm}; haut., 7^{mm}.

Nota. — Avec ces espèces s'en trouve un certain nombre d'autres, encore moins bien conservées, mais qui témoignent de la variété des acéphales dans la première phase de notre faune seconde. Nous avons cru devoir donner des noms à celles dont les caractères étaient suffisamment apparents, tout en faisant observer loyalement qu'elles ne sont pas rigoureusement déterminables.

BRACHIOPODES

Lingula Lesueuri, Rou.

Id., B. S. G. F. 2^{e} s. T. VII, p. 727, 1850. — Id., Salt. Q. J. G. S. Vol. XX, pl. 17, 1864.— Id., Davids. British. sil. Brach., pl. 1, fig. 1, 11. Palœont. Soc. Vol. XIX, 1866. — Id., David. Q. J. G. S. Vol. XXVI, pl. 4, 1870. — Id., Trom. Soc. Sarthe, T. XXII, p. 589, 1874. — L. Trigeri, Bar. msc., 1863.

Cette espèce a été très-bien décrite par Davidson ; elle se distingue facilement de ses congénères par sa forme très-allongée. Quelques exemplaires nous offrent une petite arête longitudinale sur l'une des valves, tandis que l'autre porte deux sillons symétriques qui, rayonnant des sommets, viennent aboutir à la base en déterminant une petite carène médiane. Ces caractères des valves contribuent à rapprocher cette espèce de *L. Munsteri d'Orb.*, qui accompagne *Cruz, furcifera* en Bolivie, et de *L. Bechei, Salt.*, que Davidson regarde comme étant peut-être identique. Loc. : *Châteaubriant, Ruffigné, Sion*.

L. Brimonti, Rou.

Id., loc. cit., p. 720, 1850. — Id., Salt. Q. J. G. S. Vol. XX, pl. 17, fig. 6, 1864. — L. Hawkei, Salt. (non Rou.), id., fig. 2, 3. — L. Hawkei, Davids. (non Rouault). Brit. Sil. Brach., pl. 1, fig. 21, 26, 1866. — L. Hawkei, David. (non Rou.), Q. J. G. S. Vol. XXVI, pl. 4, fig. 3, 1870.

La synonymie de cette espèce prouve combien elle a été méconnue; en effet, dans la plupart des collections elle porte le nom de *L. Hawkei*, espèce qui se trouve souvent avec elle, mais dont elle se distingue par sa forme plus courte et moins triangulaire. Nous avons pu voir les types de M. Rouault, et dès lors c'est avec certitude que nous renvoyons aux figures qui représentent la véritable *L. Brimonti*, sous un nom qui ne lui appartient pas. Les exemplaires de la Loire-Inférieure atteignent une grande taille, et Cailliaud a fait remarquer les nombreuses déformations qu'ils avaient subies. *Châteaubriant, à la butte des Ridais, Ruffigné, Sion*.

L. Hawkei, Rou.

Id., loc. cit., p. 728, 1850. — L. Rouaulti, Salt. loc. cit., fig. 4, 5, 1864. — L. Rouaulti, David. loc. cit., pl. 1, fig. 14, 20, 1866. — L. Rouaulti, Dav. loc. cit., pl. 4, fig. 2, 1870. — (Non L. Hawkei, Salt. loc. cit., pl. 17, fig. 2, 3, 1864. — Non. L. Hawkei, Davidson.) Cf. L. Feistmanteli, Barr.

Ce que nous venons de dire explique pourquoi Salter et Davidson ont considéré cette espèce comme nouvelle ; nous lui restituons le nom que lui a donné M. Rouault.

C'est d'après Cailliaud que nous la citons aux environs de *Sion*, car bien qu'elle ne soit pas très-rare dans maintes localités de Bretagne, nous ne l'avons pas rencontrée nous-mêmes dans la Loire-Inférieure, qu'à *Soulvache*.

Végétaux (Fucoïdes?)

Genre : *Cruziana*, d'Orb.

Nous rétablissons ce nom générique pour nos bilobites, bien que la définition de son auteur soit un peu confuse, et nous ne pensons pas que ce motif soit suffisant pour justifier la nouvelle désignation de *Fræna*, que leur a donnée M. Rouault. Nous reconnaissons les espèces suivantes dans la région dont nous nous occupons.

C. Rugosa, d'Orb.

Id., Paléont. Amérique Mérid. Pl. 1, fig. 1, 1842.

D'Orbigny cite son espèce bolivienne aux environs de Nantes, et nous avons, en effet, des échantillons qui y ressemblent tellement que nous croyons devoir leur conserver le même nom. *Loiré, Saint-Aubin-des-Châteaux, Sion, Guer.*

C. Furcifera, d'Orb.

Id., loc. cit., fig. 2, 1842. — Fræna id., Rou. loc. cit., p. 733, 1850. — Cruziana id., Trom. Soc. Sarthe, T. XXII, p. 789, 1874.

La comparaison de nos spécimens avec l'échantillon type du Muséum, nous permet de confirmer l'assimilation avec ceux de Bretagne ; c'est la plus abondante de nos espèces. *Saint-Aubin-des-Châteaux, Sion, Coatquidam.*

C. Lefebvrei, d'Orb.

Id., loc. cit., p. 31 (*en note*), 1842.

Cette espèce a été établie d'après un échantillon des environs de Nantes; elle est ainsi décrite : « Très-allongée, simplement sillonnée obliquement. » Nous avons pu constater au Muséum dans la collection d'Orbigny, que le type offrait quelques rares traces de bifurcation et que dans un sens inverse à celui des stries principales, il existait une suite de lignes très-fines et très-serrées, visibles seulement à la loupe. *Saint-Aubin-des-Châteaux, Ruffigné, Soulvache, Saint-Martin.*

C. Prevosti, Rou. sp.

Fræna id., loc. cit., p. 732, 1850.

Nous conserverons ce nom aux formes qui offrent les caractères de *C. Rugosa*, exagérés. *Combrée, Soulvache.*

C. Goldfussi, Rou. sp.

Fræna id., loc. cit., p. 733, 1850.

Cette espèce est plus rare que les précédentes. Elle se fait remarquer ainsi que la suivante par ses trois sillons. *Sion.*

C. Cordieri, Rou. sp.

Fræna id. loc. cit., 1850. — Cruziana id., Trom. loc. cit., p. 589, 1874.

M. Farge cite cette espèce à *Combrée*, nous l'avons aussi trouvée à *Sion.*

C. Lyelli, Rou. sp.

Fræna id., loc. cit., p. 732, 1850. — Fræna id., Trom. loc. cit., 1874.

Cette espèce est la seule qui ne présente pas de stries sur les lobes. Les variations de son diamètre sont assez considérables, suivant les individus, mais la plus grande

largeur est de un centimètre ; en général elle ne dépasse pas trois ou quatre millimètres. Elle pourrait par la suite devenir le type d'un groupe distinct ; peut-être même représente-t-elle des traces d'annélides. *Butte des Ridais*, au sud de Châteaubriant ; *Saint-Aubin-des-Châteaux.*

Genre : *Rysophycus,* Hall, 1852.

R. Barrandei, Trom. Lebesc.

Deslongchamps, Mém. Soc. Linnéenne de Normandie, vol. X, pl. 1, fig. 4, 1855. — Arenicola baculipuncta, Salt. B. S. G. F. 2e s. T. XIII, p. 569, 1856.

Deslongchamps a figuré l'empreinte extérieure de cette espèce en décrivant la roche des *Vaux-d'Aubin,* entre Argentan et Trun (Orne), où l'on en voit un grand nombre. Salter, commentant le travail de Deslongchamps, qui ne s'expliquait pas sur leur nature, les a considérées comme des traces d'annélides. L'un de nous ayant visité la localité a pu se convaincre qu'elles appartenaient au genre *Rysophycus,* ainsi que M. Barrande l'avait pensé en les comparant avec raison à *R. Pudicus,* dans ses observations sur la note de Salter. Ces empreintes des Vaux-d'Aubin sont vulgairement appelées « bouts de la canne de la calotte rouge », d'après une légende locale et accompagnent d'autres empreintes beaucoup plus grandes attribuées dans le pays à « des pas de bœufs ». Les unes et les autres sont très-mal conservées ; Deslongchamps a figuré les plus petites comme circulaires, tandis qu'elles sont légèrement elliptiques.

Nous en avons trouvé dans la Loire-Inférieure de beaucoup plus nettes et en relief; en creux elles fourniraient une apparence absolument semblable à ce qui se voit aux Vaux-d'Aubin. Nos échantillons viennent de *Saint-Aubin-des-Châteaux,* nous pouvons en donner la description suivante : Corps elliptique, bilobé suivant le grand axe par un sillon dont la largeur augmente vers ses extrémités; ensemble bombé, les bords formant latéralement un talus perpendiculaire mais dont la pente diminue en rejoignant le sillon médian; on voit quelques lignes parallèles aux bords sur la surface. Dimensions : Longueur, 30mm ; largeur, 24mm ; hauteur, 8mm.

Etant dans la nécessité de changer le nom de Salter, nous nous faisons un honneur de dédier cette espèce à l'illustre savant qui en a reconnu la vraie nature. La présence du genre *Rysophycus* en Bretagne et en Normandie doit être particulièrement remarquée.

Les grandes empreintes des Vaux-d'Aubin que Salter a nommées *R. Deslongchampsi,* paraissent être l'impression extérieure de vrais bilobites, probablement *C. Prevosti* ou *C. Rugosa,* espèces qui, comme on le sait, sont souvent très-arquées.

R. Armoricanus, nov. sp.

Espèce beaucoup plus allongée que la précédente et qui pour une longueur de 42mm ne nous en offre que 16 en largeur; le sillon médian est moins marqué. *Butte des Ridais,* au sud de Châteaubriant.

Genre : *Frœna,* Rou. (part.).

F. Sainthilairi, Rou.

Id., loc. cit., p. 731, 1850.

Nous conservons le genre *Frœna* pour la première espèce décrite, qui d'ailleurs, n'est pas bilobée. *Soulvache.*

Genre : *Vexillum,* Rou.

Loc. cit., p. 734, 1850.

Les formes comprises sous cette dénomination générique ressemblent beaucoup aux fucoïdes en « queue de coq » des géologues américains, ainsi que Salter l'a fait remarquer. C'est pour ceux-ci que Hall a fondé, en 1863, le genre *Spirophyton.*

Nous constatons également l'enroulement en tire-bouchon sur plusieurs exemplaires de Bretagne. Cette disposition rappelle celle qu'affectent souvent certains fucoïdes des mers actuelles, qui se volubilent fréquemment, sans que ce caractère soit constant dans les espèces.

Le *Vexillum* figuré par Salter (1) sans nom spécifique doit être rapporté à *V. Halli, Rou.* qui se trouve à *Rougé* et à *Soulvache*, où il est très-commun. Cette espèce offre une certaine analogie avec *Chondrittes scoparius, Thiol.* de l'oolithe inférieure, figuré par M. Dumortier (2). Le fossile figuré par Salter (fig. 3, p. 11, loc. cit.) sous le nom de *Dædalus* est aussi un *Vexillum*. On trouve avec *V. Halli,* une autre forme qui paraît être *V. Labechei, Rou.*

Il y aura probablement lieu de diviser ces espèces en plusieurs, quand les caractères en seront mieux connus, et le *V. Desglandi, Rou.,* de Saint-Péran, paraît appartenir à un autre groupe.

Genre : *Dædalus,* Rou.

Loc. cit., p. 736, 1850.

Ce genre appartient à la même famille que le précédent, avec lequel il offre des rapports tels qu'il devra peut-être y être réuni. Le principal caractère consiste dans un enroulement constant et irrégulier; en outre, les stries sont à peu près verticales. Nous avons rencontré à *Soulvache* des formes qui répondent assez bien aux descriptions des *D. Newtoni* et *D. Koninckì , Rou.* Mais il y aura lieu de diviser ces espèces en leur assignant de nouveaux caractères.

Le genre *Humilis* du même auteur ne saurait être conservé : il est fondé sur les apparences qu'offrent les coupes de *Dædalus* à la surface de minces couches de grès où elles simulent des lignes courbes plus ou moins contournées.

Nous connaissons dans le grès armoricain un grand nombre de formes indécises que nous ne pouvons pas décrire actuellement. A la surface de la roche on remarque parfois des traces rappelant celles que l'on attribue à des gouttes de pluie et aussi des ondulations comme la mer en laisse sur les plages de sable. Les caractères de la faune nous indiquent un dépôt formé dans des eaux peu profondes. Quelle que soit l'obscurité qui règne sur la plupart des fossiles de cet étage, ils n'en sont pas moins très-utiles pour la détermination de l'âge des couches.

V. SCHISTE ARDOISIER.

Crustacés

TRILOBITES :

Genre : *Calymene , Brong.*

G. Tristani, Brong.

Tristan, Journ. des Mines, T. XXII, p. 21, 1807. — Calymene Tristani, Brong. Crust. foss. pl. 1, fig. 2, 1822. — Id. Burm. Org. Tril. Tab. 2, fig. 7, 8, 1843. — Id. Rouault, B. S. G. F. 2ᵉ s. T. IV, p. 309, 1847. — Id. Vern. Barr. T. XIII, pl. 25, fig. 3, 1856. — Id. Salt. Brit. Tril. pl. 9, fig. 18, 18. Palæont. Soc. vol. XVII, 1865.

Cette espèce, connue de tous les paléontologues, est la plus commune et la plus caractéristique du terrain silurien inférieur en France, en Espagne et en Portugal. Les premiers spécimens ont été trouvés à la Hunaudière et nous en avons de magnifiques échantillons. Nous la retrouvons dans la plupart des localités fossilifères que nous avons à citer : *Angers ; la Pouèze ; la Craonaie ; la Tourière ; la Guérivaie ;*

(1) Geol. Mag. nº 1, fig. 2, p. 10, 1864.
(2) B. S. G. F. 2ᵉ s. T. XVIII, pl. 12, 1861.

la Hunaudière ; Sion ; Derval ; Pierric ; Ploërmel ; Monteneuf ; Rochefort, Pluherlin. dans les schistes maclifères de *Sainte-Brigide* près les Salles de Rohan; *Gourin.* Divers échantillons nous montrent tantôt la forme longue, tantôt la forme large ; ils sont fréquemment enroulés. Certains d'entre eux nous permettent de remarquer un troisième sillon rudimentaire à la partie antérieure de la glabelle, comme dans *C. Tristani? var. Bavarilla, Barr.* (faune de Hof, p. 87, fig. 41, 1868).

C. Salteri, Rou.

Id. B. S. G. F. 2e s. T. VIII, p. 358, 1851. — C. transiens, Vern. Barr. loc. cit. pl. 25, fig. 5, 1856.

Le type de M. Rouault est de la Hunaudière; il a décrit cette espèce comme ayant les lobes latéraux du pygidium affectés d'une rainure analogue à celle de *C. Aragoï,* la partie comprise entre cette rainure et l'axe n'offrant pas trace de segmentation, tandis que la partie extérieure est segmentée. *C. transiens* est décrit comme ayant des caractères inverses : la partie interne comme segmentée, la partie externe des lobes latéraux ne l'étant pas. Mais à l'aide d'excellents exemplaires nous avons pu nous convaincre qu'il s'agissait de la même espèce. Dans le type de *C. Transiens* de la collection de Verneuil on voit que la tête cache la partie marginale du spécimen figuré par suite de l'enroulement, mais on peut apercevoir des traces de sillons. Rouault a cru au contraire que les parties latérales à l'axe n'étaient pas segmentées, par suite de l'état de ses exemplaires. Les caractères de *C. Salteri* sont donc les suivants : peu différent de *C. Aragoï* par la tête et le thorax ; pygidium plus grand, portant 10 à 11 articulations sur l'axe, lobes latéraux divisés en deux parties par une rainure moins profonde, parallèle au bord marginal, la partie interne voisine de l'axe a donc une forme triangulaire et porte 4 sillons visibles, mais moins fortement indiqués que sur l'axe et la partie extérieure; celle-ci est affectée de 7 articulations bien marquées. Loc.: *Angers ; la Hunaudière ; Sion ; Gourin.*

C. Aragoï, Rou.

C. Tristani, Brong. loc. cit. fig. 2 d, e (cœt. excl.), 1822. — C. Blumenbachi, Rou. (non. Brong.). B. S. G. F. 2e s. T. IV, p. 320, 1847. — C. Arago, Rou. loc. cit. T. VI, pl. 2, 1849. — Id. Vern. Barr. T. XII, pl. 25, fig. 4, 1856. — Id. Barr. Sil. Bol. Vol. I, suppl. pl. 2, 8, 1872.

Cette espèce a été illustrée par M. Barrande, avec tous les détails désirables, d'après des spécimens bohêmes, absolument identiques aux nôtres. Elle se distingue facilement de *C. Tristani* par les caractères de la tête et du pygidium. Elle est plus rare, mais son extension verticale est plus considérable en France, tandis qu'en Bohême elle caractérise l'horizon le plus profond de la faune seconde. Loc. : *Angers ; la Hunaudière ; Sion; Derval ; Pierric ; Monteneuf ; Gourin.*

C. Pulchra, Barr.

Id. Barr. Not. prélim. p. 27, 1846.— Prionocheilus Verneuili. Rou. B. S. G. F. 2e s. T. IV, pl. 3, 1847. — Calymene Verneuili. T. VIII. p. 359. 1851 (non C. Verneuili, d'Orb. 1842). — C. pulchra, Barr. Sil. Boh. Vol. I, pl. 19, 1852. — Id. Vern. Barr. B. S. G. F. 2e s. T. XII, pl. 26, fig. 1, 1856. — Id. Barr. suppl. pl. 16, 1872. — Id. Guillier et Trom. Soc. Sarthe, T. XXI, p. 633, 1873.

Nous n'avons pas de doute sur l'identité de l'espèce de Bretagne avec celle de Bohême. Celle de notre pays a d'abord été distinguée par la largeur du bord frontal, mais ce caractère est loin d'être général, et nous avons des individus qui nous le montrent beaucoup plus réduit; en outre, M. Barrande a figuré, en 1872, un spécimen Bohême qui présente un bord frontal beaucoup plus étendu que ceux qu'il avait d'abord décrits. Les autres différences que l'on constaterait d'après M. Rouault sont l'effet des accidents survenus pendant la fossilisation. Si toutefois on n'admettait pas ce rapprochement, on pourrait conserver à l'espèce armoricaine le nom de *C. Prionocheila*, que nous lui avions d'abord donné dans les collections. Un spécimen de la *Hunaudière* nous permet de constater la faculté d'enroulement. Nous avons aussi trouvé cette espèce à *Sion.*

Genre : *Dalmanites, Emm.*

D. Macrophthalma , Brong. sp.

Calymene id. Brong. Crust. foss. fig. 4 (non fig. 5), 1822. — Phacops Downingiæ, Rou. B. S. G. F. 2ᵉ s. T. IV, p. 320 (non Murch.), 1847. — Dalmania Vetillarti, Rou. id, T. VIII, p. 360, 1851. — D. Vetillarti, Vern. Barr. T. XII, pl. 26, fig. 4, 1856. — (Non C. macrophthalma. Murch. — Rou. etc.).

Nous rétablissons le nom de Brongniart, car, ainsi que M. Barrande l'a fait remarquer, sa description s'applique aux échantillons de la *Hunaudière*, où cette espèce est assez abondante. C'est de la même localité que proviennent les types de *D. Vetillarti,* de M. Rouault, qui a appliqué le nom de *C. macrophthalma* à l'espèce dévonienne du calcaire de Grahard postérieurement appelée *Cryphæus Michelini.* Bien que le nom de Brongniart ait été attribué à tort par les paléontologues à diverses espèces, nous ne pouvons hésiter à le conserver. Nous constatons l'existence d'une petite pointe génale sur quelques exemplaires; le sillon médian de la glabelle est toujours réduit à une fossette plus ou moins marquée qui n'atteint pas le sillon dorsal ; les yeux sont placés tout près de la glabelle et ils sont beaucoup moins étendus que dans *D. Torrubiæ ;* le pygidium qui n'a pas été décrit porte cinq articulations sur l'axe et quatre sur les lobes latéraux, divisées par un sillon bien marqué. Loc. : *la Hunaudière,* d'où provient le type de l'espèce ; *Angers ; Pierric ; Gourin ;* d'après des spécimens comprimés et par conséquent peu déterminables.

D. Phillipsi, Barr.

Id. Nod. prél. p. 27, 1846. — Id. Sil. Boh. Vol. I, pl. 22, 26, 1852. — Id. Vern. Barr. B. S. G. F. 2ᵉ s. T. XII, pl. 26, 1856.

Nous avons rencontré à *la Hunaudière* des spécimens très-bien conservés, identiques à ceux de Bohême, sauf que les yeux sont tant soit peu plus gros. Nous ferons remarquer que cette espèce existe dans ce pays à un niveau élevé de la faune seconde. Nous la connaissons aussi dans le *grès* de la *Bouexière* (Ille-et-Vilaine) ; mais nous croyons que les spécimens de Domfront qui lui ont été attribués (*B. S. G. F.* 2ᵉ s. T. XVII, p. 702), pourraient bien ne pas lui appartenir.

D. Socialis, Barr. var. Armoricana , Trom. Lebesc.

Cf : Phacops socialis, Not. prél. p. 25, 1846. — Dalmania socialis, Barr. Vol. I, pl. 22, 1852.

Nous rapportons à cette espèce une tête isolée trouvée à *la Hunaudière.* Les yeux sont plus étendus que dans le type, et particulièrement, que dans nos exemplaires de la variété *proœva,* très-commune dans les couches à *Trinucleus* de Riadan et de Renazé; mais on sait que ce caractère est un peu variable dans les spécimens de Bohême. La même différence s'observe sur diverses espèces de notre bassin qui paraissent identiques sous tous les autres rapports ; nous citerons entre autres : *D. Phillipsi , D. Solitaria, Barr., A. nobilis.* Nous pensons que cette particularité peut être considérée comme dérivant des circonstances géographiques, et nous nous bornerons à distinguer le spécimen de *la Hunaudière* par un nom de variété.

D. Torrubiæ, Vern. Barr.

d. B. S. G. F. 2ᵉ s. T. XII, Pl. 26, 1856. -- Id. Guill. Trom. Soc. Sarthe, (T. XXI, p. 634, 1873.

M. Guillier a déjà indiqué l'existence de cette espèce dans l'Ouest de la France d'après la détermination de l'un de nous. On trouve à *Angers* et à *Pierric* des échantillons qui nous paraissent identiques à ceux de la Sarthe, malgré la compression qu'ils ont subie. Nous croyons devoir rapporter les uns et les autres à *D. Torrubiæ*, décrite d'après un spécimen d'Almaden. Le très-bon état de conservation de ceux de la Sarthe nous permet de signaler de nouvelles particularités : Un limbe distinct entoure la tête, il est légèrement pointu au front ; entre l'œil et l'angle génal, la suture faciale décrit une courbe convexe vers l'avant ; les yeux très-grands sont très-près du bord, ils s'étendent du thorax au sillon antérieur de la glabelle, aussi la joue mobile est-elle très-réduite et presque nulle, tandis que la joue fixe est relativement plus grande, ils sont proéminents comme dans le type

d'Espagne; le sillon moyen de la glabelle est un peu plus relevé que ne l'indique la figure; l'axe du pygidium se prolonge un peu au delà des lobes latéraux par une pointe obtuse; la disposition caractéristique des plèvres dirigées vers l'arrière ressort très-bien sur tous les échantillons. Ces caractères contribuent à rapprocher *D. Torrubiæ* de *D. Hawlei, Barr.* dont elle ne différerait qu'en ce que dans l'espèce de Bohême le niveau des yeux ne dépasse pas celui de la glabelle.

Genre : *Lichas, Dalm.*

L. Heberti, Rou.

Id. B. S. G. F. 2ᵉ s., p. 378, fig. 1, 1849. — Id. Bayan, T. XXIX, p. 229, 1872.

Les premiers spécimens de ce trilobite ont été trouvés à *Monteneuf* par l'abbé Danielo, et M. Rouault, en le décrivant, a figuré une tête de *Vitré*, malheureusement incomplète. Notre regrettable ami Bayan, étudiant une tête des ardoisières d'*Angers*, a fait remarquer qu'il devait atteindre 70 à 80 centimètres de longueur totale et, par conséquent, que ce trilobite était le plus grand connu. Les apparences de *L. Hispanicus, Vern. Barr.* sont très-semblables à celles de *L. Heberti* et les deux espèces devront peut-être n'en former qu'une seule.

Nota. — Notre collection contient une tête de *Lichas* d'espèce différente et plus petite qui provient également de *Monteneuf*.

Genre : *Asaphus, Brong.*

A Guettardi, Brong. Sp.

Ogygia id., Crust., foss. pl. 3, fig. 1, 1822. — Ogygia id., Rou, loc. cit. p. 321, 1847.

Grâce à M. Hébert et Munier-Chalmas, l'un de nous a pu étudier le spécimen figuré par Brongniart, qui est déposé dans les collections de la Sorbonne, et constater que : à la tête, l'hypostôme fourchu caractéristique du genre *Asaphus* se montre à découvert; les branches de la suture faciale forment ogive pour se rejoindre au bord frontal suivant l'axe de figure, ainsi que M. Barrande l'a déjà remarqué sur un autre exemplaire (*Sil. Boh. vol. 1, p. 655*) ; au pygidium, autant qu'on en peut juger dans l'état de conservation, on voit des traces d'ornements et de sillons rappelant ceux de *A. Nobilis*. Toutefois, d'après divers spécimens bien conservés, nous voyons que sur l'axe du pygidium, comparativement moins large, les articulations sont plus distinctes et que les stries en accolades se confondent moins avec elles, sauf sur les dernières; sur les lobes latéraux les plèvres sont plus repliées vers l'arrière et elles atteignent presque le bord; les stries hyperboliques de la doublure sont plus serrées, plus nombreuses et s'étendent sur presque toute la surface (¹). Ces différences sont assez peu sensibles, surtout sur les spécimens comprimés et dans les collections les deux espèces sont souvent confondues. Mais les individus entiers nous montrent, en outre, que les pointes génales atteignent le pygidium dans *A. Guettardi,* tandis qu'elles ne dépassent pas la sixième articulation dans *A. Nobilis*. Enfin, les yeux sont plus longs dans la première espèce. Un spécimen des environs de *Bain* nous montre les organes paudériens sur les plèvres thoraciques; M. Dufet aurait constaté le même fait sur un spécimen de la *Hunaudière*.

Loc. : les types de Brongniart sont d'*Angers*; M. Rouault cite aussi cette espèce à *La Hunaudière, Sion, Monteneuf*.

A. Delessei, Duf. Sp.

Ogygia Delessii. Duf. Ann. de l'Ecole normale supérieure, 1875, p. 188, fig. 2.

Cette espèce a été récemment établie d'après un pygidium remarquable par la présence d'une pointe caudale; cette partie du corps et quelques anneaux thoraciques nous sont seuls connus. Nous avons des pygidiums d'une meilleure conservation que celui qui a été figuré, mais nous ne pouvons indiquer avec certitude la forme générale à cause des déformations subies; cependant, le contour extérieur paraît à peu près circulaire. Un spécimen nous montre que la dernière plèvre

(¹) Depuis que nous avons écrit ces lignes, M. Munier-Chalmas nous a fait connaître que le pygidium de l'échantillon type de *O. Guettardi* était affecté d'une courte pointe caudale, comme dans la forme qui a reçu le nom de *O. Delessii* ; cette dernière devra donc très-probablement y être réunie.

thoracique embrassait la partie marginale du bord antérieur, qui dessine une courbe convexe vers l'avant. L'axe occupe en largeur du quart au cinquième de l'étendue totale; il se rétrécit progressivement et se termine au tiers environ de la longueur, pointe caudale non comprise; nous y comptons de 6 à 8 articulations suivant la taille des exemplaires, elles sont ornées de stries fines dirigées d'abord vers l'avant puis repliées en accolades, rappelant celles qui se voient sur les anneaux thoraciques de *A. Nobilis*, mais beaucoup moins marquées que celle du pygidium de cette dernière espèce et plus nombreuses. Les lobes latéraux portent, sans compter la demi-côte articulaire, de 7 à 8 côtes, les deux premières légèrement courbes, les autres sensiblement rectilignes et infléchies vers l'arrière. Elles sont planes, en pente vers l'avant et très-abruptes de l'autre côté; des sillons très-marqués, qui arrivent tout près du bord, les séparent. Leur surface porte de petites nervures irrégulières comme dans *A. Nobilis* et l'impression de la doublure nous offre des stries hyperboliques disposées comme dans l'espèce comparée, mais plus nombreuses, beaucoup plus serrées et s'étendant sur toute la surface des lobes latéraux, sauf au voisinage de la partie antérieure de l'axe. Le pygidium se termine par une courte pointe caudale plus acuminée que ne l'indique la figure. Ce dernier caractère suffit à distinguer cette espèce; il n'existe dans aucun *Ogygia*, tandis qu'on le connaît dans quelques *Asaphus*. Il est donc très-présumable qu'elle appartient à ce dernier genre dont contribue également à la rapprocher la disposition des ornements.

Trois pygidiums nous donnent les dimensions suivantes, sans corriger la déformation:

Plus grande largeur:	165 mm.	— Longueur:	87 mm.	(pointe comprise).
—	110 —	—	120 —	—
—	65 —	—	35 —	—

La largeur est prise entre les deux extrémités des demi-côtes articulaires, qui sont très-recourbées. La ligne de jonction coupe à angle droit et à peu près aux deux cinquièmes celle d'après laquelle la longueur est mesurée.

Asaphus Delessei ne nous est indubitablement connu qu'à *Sion*; cependant, un trilobite des environs de *Bain*, dont l'extrémité du pygidium est brisée, paraît y appartenir. Les caractères qu'il nous offre contribueraient à faire rentrer cette espèce dans le genre où nous avons cru devoir la placer et même à l'identifier avec *A. Guettardi*.

A. Nobilis, Barr.

Id., Barr. Not. prél. p. 30, 1846. — Id., vol. 1, pl. 31, 32, 36. 1852. — Id., vol. 1, suppl. pl. 8, 1872.—Id., Vern. Barr. B. S. G. F. 2ᵉ s. vol. XII, pl. 24, 28, 1856.—Ogygia Buchi, O. Edwardsi, Rou. B. S. G. F. 2ᵉ s. T. IV, p. 321, 1847. — O. Edwardsi, Rou. T. IV, pl. 2, 1849.

Nous n'avons aucun doute sur l'identité du trilobite de *la Couyère*, nommé *O. Edwardsi* par M. Rouault avec l'espèce de Bohême. L'un de nous a déjà constaté le fait dès 1873 en énumérant les espèces découvertes par M. Guillier dans la Sarthe, où M. Barrande avait déjà reconnu la présence de *A. Nobilis*. Un très-grand nombre d'exemplaires de la Couyère très-bien conservés nous permettent de voir tous les caractères de l'espèce et nous montrent une parfaite similitude avec les types bohêmes, sauf que les yeux sont un peu plus gros, ainsi que M. Barrande nous l'a fait remarquer, mais cette différence résulte peut-être de la compression. La suture faciale est réunie au bord frontal et non concentrique, les plèvres du pygidium sont simples et non bifides, comme l'indique la figure de M. Rouault, dessinée d'ailleurs d'après plusieurs morceaux et un peu idéale. Il ne faut pas oublier, d'ailleurs, que *A. Nobilis* n'avait pas été figuré quand *Ogygia Edwardsi* a été établi.

Nous avons trouvé cette espèce à *Angers*; *Derval* (le Pas-Guillaume); *Pierric*, *la Hunaudière* et dans un certain nombre d'autres localités de l'ouest de la France où, principalement, les pygidiums ne sont pas très-rares. Certains spécimens atteignent une taille très-grande, comme nous l'avons déjà fait remarquer.

A. Cianus, Vern, Barr.

Id., B. S. G. F. 2ᵉ s. T. XII, p. 979, pl. 23, fig. 3, 1856.

On voit dans les collections, confondu avec *O. Desmaresti*, un trilobite que nous croyons pouvoir assimiler à l'espèce d'Espagne, dont malheureusement le pygidium

n'est pas connu et le thorax est incomplet. Néanmoins, comme tous les caractères appréciables de *A. Cianus* se retrouvent dans nos échantillons, nous les y réunirons au moins provisoirement.

Dans les nôtres, la tête présente également « une glabelle cylindroïde légèrement aplatie vers l'arrière, mais bombée et saillante au front, » qu'elle n'atteint pas tout à fait. « Les yeux sont placés à peu près au milieu de la longueur, un peu au-dessous de la partie médiane, et leur longueur, suivant l'axe, équivaut à un peu moins du quart de celle de la glabelle. » La suture faciale dessine une courbe peu prononcée dans la première partie de son cours et après avoir traversé l'œil, les deux branches paraissent se réunir l'une à l'autre au bord frontal, cependant nous ne voyons pas ce dernier caractère d'une manière très-distincte. Tout le contour extérieur de la tête est occupé par un bord plat, déprimé et assez large. Les angles génaux atteignent la septième articulation. Le sillon occipital est très-peu marqué. L'apparence de la tête offre quelque ressemblance avec celle de *O. Desiderata, Barr.*, mais elle est plus allongée.

Au thorax, l'axe est nettement déterminé par les sillons dorsaux ; près de la tête il occupe « le tiers de la largeur totale », mais il se réduit progressivement, tandis que les lobes latéraux augmentent d'étendue, de sorte que, près du pygidium, il n'équivaut pas à plus du quart. « Les lobes latéraux se recourbent en formant un talus d'environ 45 degrés, au tiers extérieur des plèvres. »

Au pygidium nous voyons trois ou quatre articulations sur le lobe médian et de quatre à six latéralement, marquées à tous les âges. La doublure est affectée de stries fines un peu espacées.

O. Desmaresti se distingue principalement de cette espèce par : la forme de sa glabelle, très-rétrécie à l'endroit des yeux ; la position de ceux-ci, qui sont beaucoup plus près du bord occipital ; la moindre largeur de l'axe thoracique et une segmentation latente au pygidium sur les individus adultes. On trouve, à *Cabrières* (Hérault), un trilobite très-analogue à *A. Cianus*.

Nous laisserons cette espèce dans le genre où ses auteurs l'ont placée, n'en connaissant pas l'hypostôme.

Localités : *Sion* et diverses autres de l'ouest de la France.

Genre : *Ogygites, Brong.*

Le nom de *Ogygia* ayant été antérieurement à l'usage qu'en a fait Brongniart pour les trilobites, à un genre de Lépidoptères, nous nous trouvons dans la nécessité de le modifier légèrement, suivant en cela l'exemple que M. Barrande nous a donné en transformant, pour la même raison, le nom générique de *Dalmania, Emm.* en *Dalmanites.* Le genre *Ogygiocaris, Ang.* ne s'applique qu'à une partie des espèces composant le genre *Ogygia*, et dès lors, est d'une application trop restreinte suivant nos vues.

O. Desmaresti, Brong.

Id. Crust. foss. pl. 3, fig. 2, 1822. — Ogygia Brongniarti, Rou. B. S. G. F. 2ᵉ s. T. VI, pl. 1, 1849. — O. Brongniarti, Rou, T. VIII, p. 360, 1861. — O. Brongnarti, Duf. Ann. de l'Ec. norm. 1875, p. 186.

Le type de cette espèce provient des ardoisières d'Angers et ne présente que la tête avec sept segments thoraciques ; l'échantillon est conservé au Muséum de Paris. La figure de Brongniart, bien que peu nette, permet de reconnaître les principaux caractères des *Ogygies.* Plus tard, M. Rouault a figuré le même échantillon avec des apparences un peu plus distinctes, tout en complétant, au trait, le corps de l'animal d'une façon purement imaginaire. Mais il s'est lancé dans une longue dissertation pour tenter de démontrer que Brongniart avait confondu *O. Desmaresti* avec *Illænus giganteus, Burm.*, concluant de là que l'espèce qui nous occupe, devait recevoir une nouvelle désignation spécifique, tandis que le nom primitif serait transféré à *I. giganteus.* Nous ne saurions entrer dans ces vues, car la description de Brongniart s'applique bien à la figure, sauf qu'il suppose à l'animal entier des dimensions trop grandes. Cette erreur, si concevable, n'est pas de nature à faire admettre un nom nouveau, ainsi que M. Barrande l'a déjà fait remarquer (vol. I. p. 673).

M. Rouault signale cette espèce à *Angers, La Hunaudière, Monteneuf* et *Vitré.* On peut en voir de très-beaux échantillons au Muséum de Nantes.

Nos deux collections en renferment de très-nombreux récoltés, en majorité, à *Sion*. C'est également de cette localité que proviennent ceux dont M. Dufet a étudié les déformations dans une note récente ; il déclare dans ce travail avoir trouvé en place l'hypostôme non fourchu, semblable à celui de *O. desiderata, Barr.* ; cette particularité prouve que cette espèce doit définitivement rester dans le genre *Ogygia*. Nous avons de notre côté rencontré des pièces semblables, mais isolément.

La figure de M. Rouault est dessinée d'après un spécimen très-déformé. Dans les nôtres, en ce qui concerne la tête, la glabelle s'avance bien davantage vers le bord frontal, dont elle se distingue nettement par son relief; elle est rétrécie au droit des yeux et porte, non loin du bord occipital, un grain isolé. D'après M. Rouault, la suture faciale serait concentrique au bord ; il nous semble qu'une partie de la ligne qui la figure représente le contour antérieur de la glabelle ; d'après nos exemplaires, nous croyons que les deux branches seraient isolées? tandis que M. Dufet, de son côté, les figure comme réunies au bord frontal. Les angles génaux atteignent la sixième articulation.

Le pygidium offre 4 ou 5 articulations au plus ; très-rarement elles sont visibles principalement sur les exemplaires de grande taille qui, généralement, n'en montrent qu'une seule. L'axe occupe environ le cinquième de la largeur et la même fraction de la longueur totale de cette partie du corps.

Par l'hypostôme, le cours supérieur de la suture faciale, et les caractères du pygidium, *O. Desmaresti* est assez rapproché de *O. desiderata, Barr*. Nous pouvons distinguer l'espèce de Bretagne par sa glabelle plus renflée, resserrée bien davantage au droit des yeux, placés d'ailleurs beaucoup plus bas; au thorax, l'axe au lieu de s'amincir graduellement, paraît retréci aux deux bouts, offrant la plus grande largeur au milieu ; il serait aussi un peu moins large que dans l'espèce bohême. Nous avons déjà parlé des caractères qui la distinguent de l'espèce que nous rapportons à *A. Cianus*. On trouve également à *Cabrières* une espèce inédite assez voisine : *O. desideratissima, Trom.* qui se distingue de *O. desiderata* par la faible largeur de son axe thoracique; nous en devons la communication à M. de Grasset.

Nous avons rencontré *O. Desmaresti* à *Angers ; La Craonaie ; Sion ; Pierric ; Monteneuf*, et peut-être les spécimens de *La Hunaudière* que nous rapportons à *O. glabrata* n'en sont-ils que de jeunes individus.

O? Glabrata, Salt.

Ogygia? Glabrata, Salt. Sh. Q. J. G. S. Vol. IX, pl. 7, fig. 4, 1853. — Asaphus glabratus, Vern. Barr. B. S. G. F. 2ᵉ s. T. XII, pl. 25, 28, 1856. — A. Glabratus, Trom. Soc. Sarthe, T. XXI, p. 634, 1873. — Cf : A contractus. Vern. Barr. loc. cit. pl. 24, 1856.

L'un de nous a déjà signalé l'existence de cette espèce en France d'après un spécimen de la collection de M. Guillier, que son bon état de conservation nous permet de décrire en détail (1) :

L'ensemble du corps est ovalaire; le rapport de la largeur à la longueur est d'un peu plus que :: 2 : 3. La tête est un peu plus large que longue ; elle équivaut à 7 segments thoraciques; il en est de même du pygidium, en sorte que chacune de ces trois parties sont presque égales en longueur.

Le contour extérieur de la tête, parabolique, se prolonge par les pointes génales qui couvrent une partie des premières plèvres et se terminent à la cinquième ou la sixième articulation. Le contour intérieur est à peu près droit; l'anneau occipital est bien marqué. La glabelle bombée, plus longue que large, s'amincit d'avant en arrière pour se terminer au bord occipital, où elle est surmontée d'un point ; en avant, elle n'atteint pas le bord frontal. Latéralement, les sillons qui la limitent la séparent nettement de la joue fixe. Les yeux placés sur le prolongement des sillons dorsaux du thorax, sont grands et s'étendent, dans leur longueur, du bord occipital à la glabelle. La partie de la joue fixe qu'ils limitent de la sorte est triangulaire, déprimée au-dessous de la glabelle, dont le niveau est atteint par celui des yeux. Les deux branches de la suture faciale partent à peu près du milieu de la première plèvre, courent parallèlement à l'anneau occipital qu'elles limitent et par

(1) Cette description est extraite de l'étude des fossiles siluriens de la Sarthe, préparée par l'un de nous.

un coude à angle droit joignent les yeux, à l'extrémité antérieure desquels elles atteignent la glabelle qu'elles contournent en s'en éloignant de plus en plus pour rejoindre le bord frontal. Les joues mobiles sont déprimées et marquées à leur moitié d'un léger relief parallèle au bord.

Le thorax est composé de 8 segments. L'axe bombé, nettement séparé des lobes latéraux, occupe à peu près le quart de la largeur totale. Les plèvres sont divisées par un sillon oblique, se terminant à leur moitié, où elles forment un talus d'environ 30 degrés. A cette place, nous voyons de la façon la plus distincte les organes pandériens, très-bien marqués sur la doublure; nous avons pu constater le même fait sur divers *Ogygies* et *Asaphes* de notre collection.

Le pygidium est semblable à ceux qu'ont figurés Sharpe et MM. de Verneuil et Barrande. Il est parabolique; son axe bien marqué se termine aux trois quarts de la longueur; sur cette partie les articulations visibles sont au nombre de cinq ou six; les deux premières, seules, sont bien distinctes. Latéralement nous en comptons quatre ou cinq, et leur surface ne montre pas de sillons. Dans le spécimen de la Sarthe, le bord est très-déprimé par suite de l'enlèvement du test, mais ce caractère n'existe pas sur le moule extérieur ni sur d'autres échantillons où la doublure n'est pas visible.

Le test n'a pas plus de un tiers de millimètre d'épaisseur; sa surface est couverte de stries très-fines. La doublure paraît avoir été très-étendue : à la tête elle porte l'empreinte de sillons très-serrés parallèles au bord; il en est de même au pygidium, où elles s'infléchissent de plus en plus en se rapprochant de l'axe. Nous connaissons dans cette espèce la forme longue et la forme large. L'enroulement, caractère rare parmi les Ogygies, est constaté. Le spécimen de la Sarthe nous offre 55 millimètres de long, pour 35 millimètres de largeur. L'existence de la même espèce nous est indiquée à *La Hunaudière*, d'après des têtes et des pygidiums isolés.

Nous avons longtemps hésité avant de conserver le nom de Salter à *O. Glabrata*, car il pourrait bien se faire que ce trilobite ne fût que le jeune *O. Desmaresti*. Cette dernière espèce est toujours ensevelie dans les ardoises, où elle est très-comprimée, et on peut y trouver des spécimens de grande taille. *O. glabrata*, au contraire, se rencontre dans des sphéroïdes dont la grosseur ne dépasse pas celle du poing, et les caractères sont moins effacés. Nous avons exposé ci-dessus la différence d'aspect que présentaient les mêmes espèces par suite de ces causes. Nous rappellerons aussi que les articulations du pygidium sont marquées dans les jeunes individus de *O. Desmaresti* et les caractères de la tête et du thorax paraissent être les mêmes; nous pensons donc que tôt ou tard O. glabrata devra y être réunie, aussi avons-nous cru devoir la laisser dans le genre où Salter l'avait placée. Nous allons avoir à constater la même analogie entre *Illæmus giganteus* et *I. Hispanicus*.

Genre : *Illæmus, Dalm.*

I. giganteus, Burm.

Id., Org. Tril. pl. 3, fig. 10, 1843. — I. Desmaresti, Rou. B. S. G. F. 2ᵉ s. T. IV, p. 321, 1847. — I. Desmaresti, Rou. T. VI, pl. 2, fig. 2, 1849. — I. Lusitanicus, Sharpe, Q. J. G. S. Vol. V, 1849. — I. giganteus, Salt. Sharpe, vol. IX, pl. 7, fig. 1, 1853. — Isoletus gigas, Millet (non Dekay), Paléont. de Maine-et-Loire, p. 36, 1854.

Nous laissons sous ce nom tous les grands *Illæmus* à dix segments de nos ardoisières. Nos spécimens remarquables par la taille qu'ils atteignent sont en général mal conservés, mais nous pouvons constater l'existence des yeux sur plusieurs exemplaires. Peut-être par la suite faudra-t-il distinguer de nouvelles espèces. Loc : *Angers; Derval* et *Pierric; Gourin.*

I. Hispanicus, Vern. Barr B. S. G. F. 2ᵉ s. T. XII, pl. 25, 1856. — Nous avons trouvé à *La Hunaudière* des *Illæmus* d'une taille beaucoup plus petite que les précédents et semblables à l'espèce d'Espagne, qui avaient d'abord été confondus avec *I. Crassicauda* (*Rou. B. S. G. F. 2ᵉ s. T IV, p. 321*) Ces spécimens pourraient bien être les jeunes de *I. Giganteus*. Ceux de La Hunaudière conservent des fragments du test qui offrent les mêmes apparences que celui de *I. Hispanicus;* nous admettrons cette espèce provisoirement ou à titre de variété. C'est à elle, aussi, qu'appartiennent les exemplaires de la *Côte-du-Creux,* rapportés par l'un de nous à l'espèce d'Angers.

I. Salteri, Barr. Vol. I, pl. 25, 1852.— On a rapporté à cette espèce de Bohême des individus du bassin normand (*Dalinier : Cotentin, p. 51, 59)*, identiques à ceux que l'on rencontre à *Sion,* qui ressemblent beaucoup, en effet, à *I. Salteri.* M. Rouault les considère comme de jeunes *I. Giganteus* et nous savons que l'espèce de Bohême atteint une taille de 110 millimètres, c'est à peu près celle de beaucoup d'échantillons de nos ardoisières. Les nôtres offrent également les apparences de *I. Lusitanicus* que Salter a réuni à *I. Giganteus.*

Quoi qu'il en soit, avant de déterminer définitivement les espèces de ce genre, très-répandu en Bretagne, il sera nécessaire d'avoir pu réunir un grand nombre d'échantillons très-bien conservés et montrant parfaitement tous leurs caractères.

Nous ferons remarquer qu'en Bohême *I. Salteri*, appartient aux bandes *d 3* et *d 4*, tandis qu'en France il serait à un niveau plus inférieur; *I. Advena* de la bande *d 1* se trouverait au contraire dans une zone supérieure. Il y aurait donc inversion dans l'ordre d'apparition de ces deux espèces entre les deux pays.

I. Advena, Barr.

Id., vol. I, suppl. p. 66, pl. 6, 14, 1872.

Cette espèce n'est pas très-rare dans l'ouest de la France ; des spécimens des environs de *Bain* nous en montrent bien tous les caractères, entre autres l'axe d'une largeur uniforme. Elle aurait été trouvée également à *La Hunaudière*, mais un spécimen de cette localité reçu de feu Cailliaud, sous ce nom, ne lui appartient pas. *I. Advena* présente quelques rapports avec l'espèce suivante, mais celle-ci n'a que huit segments au lieu de dix.

I. Beaumonti, Rou. Sp.

Nileus id., B. S. G. F. 2e s. T. IV, pl. 3, 1847.

L'un de nous a trouvé cette espèce à *Gourin*, mais l'échantillon est trop mal conservé pour nous permettre de l'étudier en détail.

Genre : *Placoparia, Corda.*

Placoparia Tourneminei, Rou.

Calymene id., B. S. G. F. 2e s. T. IV, pl. 3, 1847. — Cheirurus Durocheri, Rou. Id., p. 321. — Placoparia Tourneminei, Rou. T. VIII, p. 360, 1851. — Id., Vern. Barr. T. XII, pl. 23, 1856. Pl. Zipei, Salt. Sh. (non Bœck) Q. J. G. S. Vol. IX, pl. 7, 1853. — Cheirurides Tourneminei, Gueranger, Répert. paléont. de la Sarthe, p. 9, 1853.

Très-répandue en Bretagne et en Normandie, cette espèce accompagne *C. Tristani* et *I. Giganteus*, elle se trouve même dans des couches où celles-ci ne se rencontrent pas. Beaucoup de nos exemplaires sont très-bien conservés; nous constatons l'absence des yeux, bien que M. Rouault en ait représenté ; nous voyons quelquefois sur les parties latérales des joues, des dentelures semblables à celles dont *Pl. Grandis, Cord.* (*v. Barr. Vol. I, suppl. pl. 8, fig. 43*) est affecté. Ces deux espèces se ressemblent beaucoup par la conformation de la tête et du pygidium, malheureusement le thorax de la seconde est incomplétement connu. En général, les exemplaires sont de petite taille, mais il en est qui atteignent 60 centimètres. Ceux d'*Angers* et de *La Hunaudière* nous permettent de compter 11 anneaux thoraciques, 5 sur l'axe du pygidium, le dernier très-rudimentaire et très-peu distinct, et 4 articulations latérales sur cette même partie du corps. A *La Grée, Pierric, Rochefort-en-terre,* les spécimens sont comprimés et déformés dans les schistes ardoisiers et nous ne pouvons en distinguer aussi bien les caractères. Sur une indication verbale de M. Rouault, nous avons réuni *Cheirurus Durocheri* à cette espèce.

Pl. Tourneminei est connu non-seulement dans l'ouest de la France, mais dans le Portugal et l'Espagne, d'où MM. de Verneuil et Barrande l'ont très bien décrit et figuré. Cette diffusion contraste avec celle de l'espèce congénère dont nous allons parler.

TABLEAU B

LISTE DES ESPÈCES SILURIENNES DU DÉPARTEMENT DE LA SARTHE

NUMÉROS D'ORDRE	NUMÉROS DES LISTES ANTÉRIEURES	NOMS des ESPÈCES	ÉTAGES LOCAUX FOSSILIFÈRES — FAUNE II — Quartzites inférieurs.	FAUNE II — Grès armoricain.	FAUNE II — Schistes ardoisiers.	F. III — Schiste amphiteux.	F. III — Calcaire amphiteux.	LOCALITÉS
1	2	3	4	5	6	7	8	9
		CRUSTACÉS. *Trilobites.*						
1	2	*Calymene* Aragoi, Rou.	....	....	+	....	....	Saint-Léonard, Côte-du-Creux. (Sarthe). Andouillé (Mayenne).
2	3	C. pulchra, Barr.	....	....	+	....	....	Côte-du-Creux.
3	1	C. Tristani, Brong.	....	....	+	....	....	Saint-Léonard. Côte-du-Creux. Andouillé.
4	5	*Dalmanites* macrophthalma, Brong. sp.	....	....	+	....	....	Côte-du-Creux, Andouillé.
5	4	D. Torrubiæ, Vern. Barr.	....	....	+	....	....	Id.
6		*Asaphus* Armoricanus, Trom. Lebesc.	....	+	....	....	....	Saint-Léonard.
7	6	A. nobilis, Barr.	....	....	+	....	....	Le Creux. Andouillé.
8	7	*Oyygites* glabrata, Salt.	....	....	+	....	....	Le Creux. Andouillé.
9	9	*Illænus* giganteus, Burm.	....	....	+	....	....	Saint-Léonard. Saint-Victeur.
10		J. Hispanicus, Vern. Barr.	....	....	+	....	....	Le Creux.
11	10	J. Guillieri, Trom.	....	....	+	....	....	Id.
12	8	J. Sanchezi, Vern. Barr.	....	....	+	....	....	Le Creux, Andouillé.
13	11	*Placoparia* Tourneminei, Rou.	....	....	+	....	....	Saint-Victeur. Côte-du-Creux.
14	12	*Chirurus* Guillieri, Trom.	....	....	+	....	....	Le Creux.
		PHYLLOPODES.						
15	2	*Ceratiocaris* Bohemicus, Barr.	....	....	....	....	+	Chemiré en Charnie.
16	4	C. Cenomanensis, Trom.	....	....	....	....	+	Id.
17	3	C. inæqualis, Barr.	....	....	....	....	+	Id.
18		*Aptychopsis* primus, Barr.	....	....	....	+	....	Neuvillette.
		OSTRACODES.						
19	5	*Bolbozoe* anomala, Barr.	....	....	....	....	+	Chemiré en Charnie.
20	6	B. Bohemica, Barr.	....	....	....	....	+	Id.
21	14	*Beyrichia* Guillieri, Trom.	....	....	+	....	....	Le Creux. Andouillé.
22	7	*Leperditia* subsolitaria, Trom.	....	....	....	....	+	Chemiré en Charnie.
23	13	*Primitia* simplex, Jones.	....	....	+	....	....	Le Creux. Andouillé.
		EURYPTÉRIDES.						
24	1	*Pterygotus* sp.	....	....	....	....	+	Chemiré en Charnie.
		Cirrhipèdes.						
25	p. 588	*Anatifopsis* Bohemica, Barr.	....	....	+	....	....	Côte-du-Creux.
26	p. 588	*Plumulites* fraternus, Barr.	....	....	+	....	....	Le Creux. Andouillé.
		Annélides.						
27	8	*Spirorbis* Lewisi, Sow.	....	....	....	....	+	Chemiré en Charnie.
28	p. 635	*Serpulites* Letellieri, Trom.	....	....	+	....	....	Saint-Léonard-des-Bois.
29		*Tigillites*(Foralites) Hœninghausi, Rou	+	....	....	....	....	Sillé le Guillaume.
30		Foralites Pomeli, Rou.	....	+	....	....	....	Chemiré en Charnie.
		MOLLUSQUES. *Céphalopodes.*						
31	p. 587	*Orthoceras* Arion, Barr.	....	....	....	....	+	Saint-Jean-sur-Erve (Mayenne).
32		O. acuarium, Munst.	....	....	....	....	+	Id.
33	p. 587	O. Bohemicum, Barr.	....	....	....	....	+	Id.
34	p. 588	O. interpolatum, Barr.	....	....	+	....	....	Le Creux.
35	p. 587	O. pelagium, Barr.	....	....	....	....	+	Saint-Jean-sur-Erve.
36	17	O. remotum, Salt.	....	....	+	....	....	Le Creux.
37	9	O. styloïdeum, Barr.	....	....	....	....	+	Chemiré en Charnie.
38	15	Endoceras Cenomanense, Barr.	....	....	+	....	....	Le Creux.
39	16	E. Guerangeri, Trom.	....	....	+	....	....	Id.
		PTÉROPODES.						
40	18	*Conularia* exquisita, Barr.	....	....	+	....	....	Côte-du-Creux.
41	19	*Hyolithes* striatulus, Barr.	....	....	+	....	....	Id.
42	20	H. undulatus, Barr.	....	....	+	....	....	Id.
		HÉTÉROPODES.						
43	22	*Bellerophon* acutus, Sow.	....	....	+	....	....	Le Creux. Andouillé.
44	21	B. bilobatus, Sow.	....	....	+	....	....	Le Creux. Andouillé.
		GASTÉROPODES.						
45	23	*Pleurotomaria* Bussacensis, Sharpe.	....	....	+	....	....	Butte du Creux.
		ACÉPHALÉS.						
46	17	*Cardiola* interrupta, Sow.	....	....	....	....	+	Chemiré en Charnie.
47	p. 587	C. gibbosa, Barr.	....	....	....	....	+	Saint-Jean-sur-Erve (Mayenne).
48	24	*Redonia* Deshayesiana, Rou.	....	....	+	....	....	Saint-Léonard. Le Creux.
49	25	R. Duvaliana, Rou.	....	....	+	....	....	Saint-Léonard. Le Creux.
50	27	*Ctenodonta* Bayani, Trom.	....	....	+	....	....	Le Creux.
51	28	C. Bohemica, Barr.	....	....	+	....	....	Le Creux. Andouillé.
52	26	C. Cuv, Sh. sp.	....	....	+	....	....	Id.
53	30	Leda Escosuræ, Sharpe.	....	....	+	....	....	Id.
54	29	*Modiolopsis* elegantulus, Sh.	....	....	+	....	....	Id.
55	p. 588	*Orthonota* Davousti, Trom.	....	....	+	....	....	Id.
56	11	*Silurina* robusta? Barr.	....	....	....	....	+	Chemiré.
57	12	*Avicula* Cybele, Barr.	....	....	....	....	+	Id.
58	13	A. varians, Barr.	....	....	....	....	+	Chemiré, Saint-Jean-sur-Erve.
59	14	Avicula sp. C.	....	....	....	....	+	Chemiré.
60	15	Avicula sp. D.	....	....	....	....	+	Id.
61	16	Mytilus sp. E.	....	....	....	....	+	Id.
		BRACHIOPODES.						
62	1	*Lingula* Lesueuri, Rou.	....	+	....	....	....	Saint-Léonard-des-Bois.
63	31	L. attenuata? Sow, (cf). = L. lissurata, Barr.	....	....	+	....	....	Le Creux. Andouillé (Mayenne).
64		*Rhynconella* ampelitidis, Trom. Lebesc.	....	....	....	+	....	Neuvillette.
65	10	R. deflexa, Sow.	....	....	....	....	+	Chemiré en Charnie.
66	p. 589	*Orthis* Berthoisi, Rou.	....	....	+	....	....	Saint-Léonard.
67	35	O. ellipsoides, Barr.	....	....	+	....	....	Côte-du-Creux.
68	p. 588	O. caduca, Barr.	....	....	....	+	....	Neuvillette.
69	34	O. macrostoma, Barr.	....	....	+	....	....	Butte-du-Creux.
70	33	O. testudinaria, Vern. Barr.	....	....	+	....	....	Le Creux. Andouillé.
71	32	O. Ribeiroi, Sh.	....	....	+	....	....	Le Creux.
72	p. 588	O. venustula, Barr.	....	....	....	....	+	Neuvillette.
		BRYOZOAIRES.						
73	19	Bryozoon Steiningeri, Barr.	....	....	....	....	+	Chemiré.
74		*Fenestella* reticulata? Lonsd.	....	....	....	+	....	Saint-Aubin-de-Locquenay.
75	p. 588	*Diplograptus* folium, His.	....	....	....	+	....	Neuvillette.
76	p. 588	*Graptolithus* colonus, Barr.	....	....	....	+	....	Saint-Aubin-de-Locquenay, Neuvillette.
77	18	G. priodon, Bronn.	....	....	....	....	+	Chemiré-en-Charnie.
78	p. 588	G. testis, Barr.	....	....	....	+	....	Saint-Aubin-de-Locquenay.
		RADIAIRES. *Echinodermes.*						
79	36	*Echinosphærites* Murchisoni? Vern. Barr.	....	....	+	....	....	Le Creux.
80	37	*Caliz* Sedgwicki? Rou.	....	....	+	....	....	Id.
81	20	*Platycrinus* retiarius? Phill.	....	....	....	....	+	Chemiré-en-Charnie.
82	21	*Scyphocrinus* elegans, Zenker.	....	....	....	?	+	Neuvillette, Chemiré.
		Végétaux.						
		ALGUES.						
83	3	*Cruziana* Bronni, Rou. sp.	....	+				Chemiré-en-Charnie.
84		C. Cordieri, Rou. sp.	....	+				Id.
85	2	C. furcifera, d'Orb.	....	+				Saint-Léonard, Chemiré.
86	4	C. Goldfussi, Rou. sp.	....	+				Chemiré.
87	5	C. Lyelli, Rou. sp.	....	+				Id.
88		*Dædalus* Cenomanensis, Trom. Lebesc.	....	+				Id.
		Nombre d'espèces par étages : = ...	1	9	44	9	26	
		TOTAL : = ...			89			
		Répétitions verticales : = ... — ?			1			
		TOTAL GÉNÉRAL : = ...			88			

P. Zippei, Boeck, *sp.*

Trilobites Zippei, Boeck, Maz. f. Naturw. 1827. — Placoparia id. Cord. Prodr. p. 129, pl. 6, fig. 71, 1847. — Id., Barr. Vol. I, pl. 29, fig. 32, 36 (excl. fig. 30, 31), 1852. — Id., Barr. suppl. d. 106, pl. 8, 1872,

L'un des faits les plus importants et des plus inattendus que nous ayons à signaler est l'existence de cette espèce en Bretagne, par suite d'une récente découverte que nous avons faite dans les schistes de *Sion*. Nous n'avons, jusqu'à présent, trouvé que deux spécimens, dont l'un consiste en un moule extérieur. La tête nous montre une pointe génale courte comme dans certains spécimens bohêmes; nous pouvons compter 12 articulations au thorax, non compris l'anneau qui forme la partie postérieure de la tête; ce nombre est caractéristique. Le pygidium est semblable à celui de *Pl. Tourneminei :* cinq articulations sur le lobe médian, les deux dernières très-réduites, quatre latéralement; on en a donc, en tout, 17 sur l'axe et 16 sur les lobes latéraux de *Pl. Zippei,* tandis qu'il y en a une en moins sur chacune de ces parties dans l'espèce comparée. Notre second exemplaire est un moule interne un peu endommagé vers l'arrière; il présente également, à la tête, les caractères de *P. Zippei.* Le premier a une longueur de 40 millimètres pour une largeur de 20 millimètres.

Notre détermination a été confirmée par M. Barrande. Nous ne connaissons cette espèce que dans les schistes de *Sion ;* mais il est présumable que, maintenant qu'elle est signalée en Bretagne, d'autres exemplaires en seront remarqués ; il est probable, d'ailleurs, qu'elle existe dans des schistes où l'état de compression ne permet pas de la distinguer de sa congénère, qui paraît, toutefois, beaucoup plus commune. Il serait possible que ces deux espèces caractérisassent, chacune, des zones paléontologiques différentes.

Rappelons que le genre *Placoparia* est propre à la zone centrale d'Europe ; que *P. Zippei* est l'une des espèces les plus caractéristiques de la première phase de la faune seconde de Bohême, tandis que *P. Grandis* homologue à notre *P. Tourneminei* apparaît sur un horizon plus élevé. Nous prions le lecteur de se reporter aux considérations dans lesquelles est entré M. Barrande et à la nouvelle description qu'il a donnée de ces espèces.

Genre : *Cheirurus, Beyrich.*

C. Guillieri, Trom.

Cheirurus sp. Barr. B. S. G. F. 2ᵉ s. Vol. XX, p. 497, 1863. — Cheirurus Guillieri, Trom. Soc. Sarthe, T. 21, p. 634, 1873.

L'un de nous a établi cette espèce d'après une glabelle accompagnée des joues fixes, trouvée par M. Guillier à la *Butte-du-Creux.* Une autre tête également dépourvue de joues mobiles provenant de la Hunaudière offre absolument la même apparence. M. Barrande avait considéré des fragments recueillis dans cette dernière localité comme appartenant peut-être à *C. Claviger, Beyr.* (Sil. Boh. Vol. I, p. 675). En comparant avec les figures de cette dernière espèce les têtes que nous possédons, nous constatons une assez grande analogie : l'œil occupe la même position vis-à-vis du sillon moyen; mais la glabelle paraît lisse, elle est plus bombée et les sillons sont plus recourbés vers l'arrière. Ces différences nous semblent suffisantes pour admettre l'indépendance des deux espèces; *Cheirurus Claviger* existe d'ailleurs dans diverses localités de notre bassin, telles que Vitré.

Ostracodes.

Cet ordre est un des mieux représentés dans nos schistes ardoisiers; dans certaines localités ils remplissent presque à eux seuls des couches entières où leurs débris se rencontrent par myriades. Certains individus sont remarquables par leur bon état de conservation, ce qui a permis à l'un de nous d'en faire une étude spéciale. Nous ne devons pas omettre ici d'exprimer nos sentiments de vive reconnaissance vis-à-vis du Prof. Rupert-Jones, qui a bien voulu nous aider de ses conseils pour l'étude de nos espèces. Si nombreuses qu'elles soient dans certaines parties de notre bassin, il n'en est malheureusement pas de même dans la Loire-Inférieure; la seule espèce que nous ayons pu déterminer est :

Primitia simplex Jones.

Beyrichia simplex, Jones, in Sharpe's mem. Q. J. G S, Vol. IX, pl. 7, fig. 7, 1853. — Beyrichia id., Ann. Nat. Hist. s. 2, Vol. XVI, pl. 6, fig. 25, p. 174, 1855. — Beyr. id., Born. in Lamar.. Sardaigne, suppl. au vol. II, p. 8, 1860. — Primitia id. Jones et Holl, Palœoz. bival. entom, fig. 1, Geol. Assoc. 1865. — Primitia simplex, Trom. Guill. Soc. Sarthe, vol. XXI, p. 634, 1873. — Cf. Beyrichia id. var., Jones, A. N. H. s. 2, vol. XXI, pl. 6, fig. 26, 27, 1855 et s. 3, vol. XVI, p. 10, 1865. — Cf.: Primitia prunella, P. gregaria, Barr. Bigsby, Thes. sil. p. 200, 1868 et P. Prunella, Barr. Vol. I, suppl. pl. 26, 34, 1872.

L'espèce que nous désignons sous ce nom est très-répandue dans l'ouest de la France ; nous en avons de nombreux spécimens munis de leur test que nous croyons identiques à ceux du Portugal ; il en est de même des individus sardes déterminés sous ce nom par le docteur Bornemann, d'après des croquis qu'il a bien voulu nous communiquer. Mais les figures des spécimens britanniques qui portent le même nom, nous feraient supposer qu'il y aurait *peut-être* lieu de les distinguer. D'autre part, nous devons déclarer que l'examen de nos meilleurs échantillons nous conduirait à penser qu'ils ne diffèrent pas de *P. prunella* de Bohême. Aussi, en attendant une étude définitive, nous laisserons à cette espèce le nom sous lequel l'un de nous l'a d'abord déterminée (1).

On en rencontre des spécimens assez nombreux dans les schistes de *Sion* et de quelques autres localités, mais dépourvus de leur test et mal conservés.

Annélides.

Serpulites ? Letellieri, Trom.

Fucoides ? Letellieri, Trom. Soc. Sarthe, T. XXI, p. 636, 1873 et T. XXII, p. 590, 1874.

Cette forme est fréquente dans l'O. de la France; les types en ont été rencontrés d'abord à *Saint-Léonard-des-Bois,* à la *Couyère,* à *Camaret,* et M. l'abbé Godefroy vient de la trouver à *Guémené-Penfao* (Loire-Inférieure). Elle consiste dans des moules internes, très-allongés et le plus souvent aplatis; la surface offre quelques rainures longitudinales. Nous la rapporterons au genre *Serpulites,* car elle ressemble beaucoup à *S? Hofensis, Barr. (faune silurienne de Hof, fig. 55, 1868),* mais les stries longitudinales sont le plus souvent beaucoup moins distinctes.

---

(1) Pour la même raison, je dois conserver à l'espèce de la Sarthe énumérée sous le nom de *Beyrichia Guillieri, Trom.* une dénomination spécifique particulière. Elle est très-analogue à *B. Bohemica, Barr.,* mais elle ressemble beaucoup aussi à *B. Ribeiriana, Jones,* et à *B. complicata, Salt.* J'ai dû établir une espèce nouvelle pour éviter d'en réunir intempestivement quatre en une seule, et mon travail était déjà sous presse quand l'ouvrage de M. Barrande a paru. Certains échantillons de *B. Guillieri* pourraient être attribués à l'une d'entre elles, certains à une autre et quelquefois le même individu présente, sur chacune des valves, des apparences un peu différentes ; les spécimens sont munis de leur test, tandis que les espèces comparées ne sont connues qu'à l'état de moules. C'est à *Domfront* que j'ai trouvé les premiers, et dans cette localité ils accompagnent *B. Bussacensis, Jones ; Hippula latens, Barr.* ; *Primitia simplex, Jones; P. perforata, Barr.;* etc. Deux d'entre elles se trouvent en Bohême avec *B. Bohemica* et *P. prunella,* comme cette dernière, ou du moins l'espèce très-voisine *P. simplex,* en Portugal, avec *B. Bussacencis* et *B. Ribeiriana,* et aussi une espèce attribuée à *P. simplex* avec *B. complicata,* dans la Grande-Bretagne. Je dois donc attendre que j'aie pu soumettre les types de mes espèces, très-nombreuses, à la haute appréciation du Prof. Rupert-Jones. Je signalerai ces petits corps à l'attention des collecteurs, car il me paraît vraisemblable que c'est faute d'attention suffisante que leur existence dans nos couches siluriennes a échappé jusqu'à présent à l'observation dans beaucoup de localités. — *(Note de M. de Tromelin.)*

Mollusques.

CÉPHALOPODES

Lituites intermedius, Vern. Barr.

Id. B. S. G. F. 2e s. T. XII, pl. 27, 1856.

Nous avons rencontré, à *Sion,* plusieurs fragments qui offrent des stries fines, d'intensité irrégulière, infléchies vers l'arrière à leur passage sur la partie extérieure, comme dans le type d'Espagne, mais ils sont d'un diamètre un peu plus grand.

Orthoceras Hisingeri, Rou.

Id. B. S. G. F. T. VIII, p. 360, 1851 (non Billings, 1868).

Cette forme est insuffisamment définie. Les fragments de *La Hunaudière* ressemblent beaucoup à ceux que M. Barrande a figurés sous le nom provisoire de *O. expectans (Céph. p. 414, 1870).* Nous y rapportons aussi un Orthokère de *Sion,* long de 135 millimètres, mais dépourvu de la grande chambre et offrant la pointe initiale. Ce fragment est comparable aux espèces les plus longicônes de la faune troisième.

O. remotum, Salt.

Id. Salt. Sharpe, Q. J. G. S. Vol v. p. 147, 1849 (O. vagans, Pl. VI) (non O. remotum, Richt.) O. Tallavignesi, Rou. B. S. G. F. 2e s. T. VIII, p. 361, 1851. O. remotum, Trom. Guill. Soc. Sarthe, T. XXI, p. 634, 1873.

Nous avons rencontré dans les schistes de *Soulvache,* divers fragments de cette forme qui ne diffère peut-être pas de la précédente; l'angle apicial est un peu plus ouvert et les loges moins écartées.

O. Chalmasi, nov. sp.

Cette espèce appartient au groupe des Orthokères brévicônes dont l'existence n'avait été signalée sur la grande zone centrale d'Europe que dans la faune troisième. Le meilleur de nos spécimens présente la grande chambre et huit loges aériennes; il est conique, à section elliptique ou légèrement ovalaire ; il paraît un peu déformé par la pression. Les cloisons, peu régulières, sont très-rapprochées; nous en comptons sept pour 10mm. La grande chambre présente une constriction sensible un peu au dessous de l'ouverture; le siphon est placé contre le bord, suivant le grand axe, il est d'un faible diamètre et il se montre à découvert par suite de l'état de conservation. Le bas de la coquille manque dans le spécimen décrit qui a une hauteur de 30mm, paraissant être la moitié du chiffre total. Les deux axes ont 21mm et 25mm à l'ouverture. L'angle apicial est d'environ 22 degrés. Loc: *La Hunaudière.* Nous dédions cette intéressante espèce à M. Munier-Chalmas, à qui nous devons quelques utiles renseignements.

Endoceras Guerangeri, Trom.

Id. Soc. Sarthe, T. XXI, p. 634, 1873.

Cette espèce se distingue facilement de *E. Dalimieri, Barr.* par les caractères du siphon latéral dont la coupe figure une ellipse, le grand axe occupant la moitié du diamètre total de la coquille. Les cloisons, très-rapprochées, s'infléchissent vers l'arrière au droit du siphon. Loc : *La Hunaudière* et autres de l'O. de la France.

E. Dalimieri, Barr.

Orthoceras sp. Dal. Strat. Cotentin, p. 65, 1861. — Endoceras Dalimieri, Barr. Vol. II, Distr. Céph. p. 29, 1870. — Orth. duplex? Vern. Barr. B. S. G. F. T. XII, p. 1013, 1856. — Cf: Endoceras peregrinum, Barr. Cep. pl. 247, 1868.

Nous attribuons à cette espèce des *Orthokères* à large siphon latéral de *La Hunaudière.* La coupe du siphon est circulaire, son diamètre équivaut aux deux cinquièmes de celui de la coquille. Des siphons isolés rappellent celui de *O. duplex,*

Vahl. Tous les caractères appréciables des échantillons du Cotentin et de la Bretagne les rapprochent de *O. peregrinum*.

Le type *Endoceras* paraît avoir été très-répandu dans la mer silurienne de Bretagne et il se propage jusque dans le grès de *May*. A *la Butte du Creux*, *E. Guerangeri* est accompagné de *E. Cenomanense, Barr.*, forme très-analogue à *O. novator, Barr.* de Bohême.

Avec ces céphalopodes on trouve un grand nombre de fragments, de siphons isolés, etc., que nous avons dû négliger par suite de l'insuffisance de leurs caractères.

PTÉROPODES.

Conularia nobilis, Barr.

Id. Sil. Boh. Vol. III, pl. 6. 7, 14. 1867. — Cf: C. Mayeri, Rou. B. S. G. F. 2e s. T. VIII, p. 361, 1851.

L'espèce établie par M. Rouault n'a pas été figurée; dès lors, dans l'impossibilité où nous sommes d'affirmer son identité avec celle de Bohême, nous conserverons à nos échantillons le nom donné par M. Barrande à des spécimens identiques par les caractères des ornements et de la carène médiane. Nous connaissons d'ailleurs, en Bretagne, plusieurs espèces distinctes auxquelles la description laconique de *C. Mayeri* pourrait tout aussi bien convenir. Loc : *La Hunaudière.*

HÉTÉROPODES.

Bellerophon bilobatus, Sow.

Id. Sow. Sil. Syst. pl. 19, fig. 2, 1839. — Id. d'Orb. Cèph. pl. 8, 1840. — Id. Rou. B. S. G. F. 2e s. T. IV, p. 321, 1847. — Id. Vern. Barr. T. XII, pl. 27, fig. 1, 1856. — Id. Barr. T. XX. p. 497, 1863. — Id. Murch. Siluria 4 th. edit. pl. 7, fig. 9, 1867. — Id. Trom. Guill. Soc, Sarthe, T. XXI, p. 634, 1873. — B. Lhuissieri, Rou. B. S. G. F. 2e s. T. VIII, p. 361, 1851.

On rencontre très-souvent en Bretagne des individus semblables à ceux d'Espagne que nous prenons pour *types* de l'espèce à laquelle nous appliquons le nom de *B. bilobatus*, et très-rapprochés du type britannique. Dans la plupart des collections, les spécimens armoricains portent le nom de *B. Lhuissieri, Rou.*, et les nôtres ont été déterminés sous ce nom par M. Rouault lui-même, mais il n'a jamais figuré son espèce. D'après leurs caractères nous croyons qu'il y a lieu de les considérer comme appartenant à *B. bilobatus*. Toutefois, s'il était démontré qu'il n'y a pas identité entre les deux formes et qu'elles sont seulement représentatives, le nom imposé par M. Rouault devrait être conservé en modifiant, dans la description, les dimensions qu'il a dû donner d'après des échantillons déformés.

B. bilobatus est répandu dans les couches siluriennes de la Scandinavie, de la Belgique, de la Grande-Bretagne, de l'Amérique du Nord, de l'Espagne et de la Bohême, aussi abondamment que chez nous. Elle se propage également dans les grès de *May* et de la *Bouexière*, elle accompagne une espèce voisine : *B. Deslongchampsi, d'Orb.* et *B. acutus, Sow.* dans ces deux localités et *B. trilobatus, Sow* dans la seconde. Loc : *Angers, La Hunaudière, La Grée, Monteneuf.*

B. Duriensis, Sh.

Id. Q. J. G. S. Vol. V. p. 153. 1849.

Cette espèce se trouve également à *La Hunaudière*, mais elle y est moins fréquente et nos échantillons répondent parfaitement bien à la description de ceux de Portugal. Ils se distinguent de ceux auxquels nous avons appliqué le nom de *B. bilobatus* par leur forme plus allongée, mais ils pourraient bien cependant n'en être qu'une variété.

Acéphalés :

Genre: *Redonia, Rou.*

Les deux formes bretonnes qui entrent dans ce genre paraissent très-peu différentes et devront très-probablement être réunies, car de nombreux échantillons nous permettent d'observer un passage de l'un à l'autre. Toutefois, nous conservons provisoirement, jusqu'à une étude définitive, le nom de *R. Deshayesiana* à la variété la plus transverse et celui de *R. Duvaliana* à la forme dans laquelle ce caractère

est moins tranché, les crochets étant, en outre, moins saillants. Sur les moules internes l'une des deux valves présente des dents disposées comme dans les figures de Sharpe.

R. Deshayesiana, Rou.

Id. B. S. G. F. 2ᵉ s. T.VIII, p. 364, fig. 1, 2, 1851.— Id. Sharpe, Q. J. G. S. Vol. IX, pl. 91, fig. 1, 1853. — Id. Vern. Barr. B. S. G. F. T. XII, pl. 26, fig. 10, 1856. — Redonia bohemica, Barr. B. S. G. F. T. XIII, p. 536, 1857.

Cette variété se trouve à *La Hunaudière ; Monteneuf ; Gourin.*

R. Duvaliana, Rou.

Id. loc. cit. p. 365, fig. 1, 2, 1851. — Id. Sharpe, loc. cit. fig. 2, 1853. — Id. Vern. Barr. loc. cit. pl. 26, fig. 11, 1856.

Cette variété est plus commune que la précédente, qui l'accompagne toujours; elle est répandue de la rade de Brest à la Normandie et à l'Anjou, et elle est très-caractéristique de notre terrain silurien inférieur. Dans la région que nous considérons, son existence est constatée à *Angers* ; *La Hunaudière* ; *La Grée ; Monteneuf ; Gourin*.

Clidophorus Caravantesi, Vern. Barr..

Cucullœa id. Vern. Barr. B. S. G. F. 2ᵉ s. T. XII, pl. 27, fig. 5, 1855. — Clidophorus id. Bigsby, Thes. Siluricus, p. 132, 1868.

Cette remarquable espèce d'Espagne n'a été, jusqu'ici, rencontrée qu'à *La Hunaudière ;* une autre du même genre: *C. Amygdalus, Salt.* existe dans le grès de *May.*

Genre : *Ctenodonta, Salt.*

Les caractères du ligament nous font rattacher à ce genre les espèces attribuées d'abord aux *Nucules :* M. Rouault en a nommé un certain nombre de Bretagne ; malheureusement les descriptions sont trop brèves et les figures font défaut Nous conserverons donc les noms de Sharpe, bien qu'ils soient postérieurs, jusqu'à plus ample information.

Ce genre est très-répandu dans notre terrain silurien, et dans la suite de nos études nous aurons à signaler un nombre considérable d'espèces.

C. Ciœ, Sh. sp.

Nucula Ciœ, Sharpe, Q. J. G. S. Vol. IX, pl. 9. fig. 5, 1853. — Id. Guill. Trom. Bull. Soc. Sarthe, T. XXI, p. 635. — Cf : Nucula Desglandi, Rou. B. S. G. F. 2ᵉ s. T. IV, p. 322, 1847.

Cette espèce est déjà signalée dans la Sarthe, à la Butte-du-Creux, et à Cherbourg. Nous venons de la trouver à *La Hunaudière* et à *Renazé.*

C. Costœ, sh. sp.

Nucula id. Sharpe, loc. cit. fig. 4, 1853. — N. Costæ, Vern. Barr. B. S. G. F, 2ᵉ s. T. XII, p. 989, 1856.

Nos spécimens de *La Hunaudière* sont parfaitement identiques à ceux que Sharpe a figurés.

C. Ezquerræ, Sh. sp.

Nucula id. Q. J. G. S. Vol. IX, pl. 7, 1853.

Nous avons trouvé à *La Hunaudière* un moule qui, nous le pensons, appartient à cette espèce; peut-être est-ce la *N. Bertrandi, Rou.*, qui n'a pas été figurée.

C. Morreni, Rou. sp.

Nucula id. Rou. B. S. G. F. T. IV, p. 322, 1847. — Nucula grandis, Cailliaud, msc.

Nous croyons pouvoir rapporter à cette espèce des échantillons de forme très-transverse, bien qu'ils ne soient pas aussi acuminés que l'a dit M. Rouault. Si l'identité n'était pas reconnue, on pourrait leur conserver le nom de *N. grandis* que leur avait donné feu Cailliaud. C'est la plus grande de nos nucules; elle est plus transverse que *C. Ciæ*, les crochets sont moins saillants ; longueur 15 millimètres, largeur 26 millimètres, épaisseur au milieu 14 millimètres. Elle n'est pas rare à *La Hunaudière.*

Arca? Naranjoana, Vern. Barr.

A. Orbignyana, Rou. B. S. G. F. 2e s. T. IV, p. 322, 1847 (non Matheron, 1843.) — A. Orbiguyana, Rou. T. VIII, p. 366, 1851. — A. Naranjoana, Vern. Barr. T. XII, pl. 28, 1856. — Cf: id. Salt. Q. J. G. S. Vol. XX, pl. 16, fig. 8, 1864.

Nous sommes en mesure d'affirmer l'identité du type d'Espagne avec celui de *Vitré*. Cette espèce paraît exister dans le grès armoricain de *Sion*, comme dans les schistes de *La Hunaudière ;* on la trouve aussi dans le grès de *May*, ou du moins une forme très-voisine ; ce serait une des rares connexités entre ces trois étages.

Modiolopsis elegantula, Sharpe.

M. elegantulus, Sh. loc. cit. fig. 15, 1853. — Id. Trom, Guill. Soc. Sarthe, T. XXI, p. 635.

Cette gentille espèce est la seule de ce genre que nous connaissions dans le schiste ardoisier, tandis qu'elle est très-répandue dans le *grès de May*, sous des formes spécifiques variées. Nous avons trouvé notre échantillon à *La Hunaudière.*

Orthonota britannica, Rou.

Lyonsia britannica, Rou. B. S. G. F. 2e s. T. VIII, p. 362, 1851. — Sanguinolites Pellicoï, Vern. Barr. B. S. G. F. 2e s. T. XII, pl. 27, fig. 4.

Nos spécimens sont identiques à celui d'Espagne figuré dans la description des fossiles d'Almaden. MM. de Barrande et de Verneuil ont d'ailleurs reconnu la présence de leur espèce en Bretagne. L'identité avec celle qu'avait antérieurement nommée M. Rouault est hors de doute. Loc.: *Monteneuf*.

Brachiopodes.

Obolus? filosus, Hall, sp.

Orbicula id. Hall. Palœont. N. York, Vol. I, pl. 30, 1847. — Obolus? filosus, Vern. Barr. B. S. G. F. 2e s. T. XII, pl. 26, 1856. — Discina filosa, Billings, Geol. Canada, 1865.

L'un de nous a trouvé à *La Guérivaie* un fossile qui, bien qu'un peu déformé, doit être rapporté à l'espèce d'Espagne, dont, toutefois, l'identité avec celle d'Amérique n'est pas suffisamment démontrée. Nous avons de *Domfront* des spécimens plus petits qui s'en rapprochent davantage. Nous avons aussi trouvé à *Sion* un jeune individu très-comprimé qui paraît appartenir à la même espèce.

O. Bowlesi Vern. Barr.

Id. loc. cit. p. 995, pl. 26, fig. 9, 1856.

On rencontre à *Sion* des individus de cette espèce, mais très-déformés. Elle existe d'ailleurs dans d'autres localités de l'ouest de la France mieux conservée.

Orthis redux? Barr.

Id. Barr. Brach. Boh. II, Naturw. Abhandl. Tab. 18, fig. 7, 1848. — Id. Salt. Q. J. G. S. Vol. XX, pl. 17, fig. 7, 1864. — Id. Davids. British sil. Brach. pl. 38, fig. 6, Palœont. Soc. Vol. XXII, 1869. — Id. var? Budleighensis, Davids, Q. J. G. S. vol. XXVI, pl. 5, fig. 9, 12, 1870. — Id. Trom. Guill. Soc. Sarthe, T. XXI, p. 635, 1873. — O. Filicerœi, Rou. B. S. G. F. 2e s. T. VIII, p. 366, 1851. — O. Bussacencis, Sh. Q. J. G. S. Vol. IX, pl. 8, fig. 3, 1853. — O. testudinaria, Vern. Barr. B. S. G. F. 2e s. T. XII, pl. 27, fig. 9, 1856. — O. testudinaria, Meneghini. in Lamarmora, Géol. de la Sardaigne, T. II, p. 108, pl. A, fig. 6, 9, 1857.

Cf: O. testudinaria. Sow. Murch. sil. syst. pl. 20, fig. 9, 10, 1839, etc. — O. testudinaria, Sow. Davids. Sil. Brach. pl. 38, fig. 12, 24, 1869. — (Non O. testudinaria, Dalm. 1827.)

Très-répandue dans le grès de *May*, cette espèce est depuis longtemps considérée comme identique au type de Bohême. On en rencontre également des échantillons, mais plus rarement, dans le schiste ardoisier. M. Rouault a donné le nom de *O. Filicerœi* à ceux qu'il a trouvés à Vitré, où ils sont mal conservés et insuffisamment caractérisés. Cette espèce est un peu variable dans sa forme ; la charnière est plus ou moins rétrécie, mais son abondance permet de réunir un très-grand nombre de spécimens et d'observer les variations.

MM. de Verneuil et Barrande ont figuré des individus absolument semblables à certains des nôtres sous le nom de *O. testudinaria, Dalm.* dans leur mémoire sur l'Espagne. Mais le second de ces auteurs, en admettant dans la description des Brachiopodes de Bohême que *O. redux* est identique à la forme de Caradoc connue sous le nom de *O. testudinaria*, met en doute, et avec raison, suivant nous, que cette dernière puisse être assimilée à l'espèce de Gothland.

Nous pensons que les échantillons de Sardaigne figurés par Meneghini appartiennent également à la même espèce, comme celui qui est indiqué sur la même planche fig. 4, sous le nom de *O. elegantula*.

Le spécimen du Portugal d'après lequel Sharpe a établi son *O. Bussacensis*, a été reconnu par M. de Verneuil comme identique à ceux d'Espagne; probablement que les espèces du même pays énumérées sous les noms de *O. basalis, Dalm.* et *O. parva, Pand.* sont dans le même cas.

Nous serions très-disposés à admettre que *O. testudinaria* d'Angleterre doit être réunie à *O. redux*, telle que nous la comprenons, en comparant nos nombreux spécimens avec les figures qu'a données M. Davidson. Quelques-uns des nôtres, conservés avec leur test, contribuent à nous faire penser que l'assimilation serait fondée. Nous avons reçu de M. Ch. Barrois, préparateur à faculté des sciences de Lille, des échantillons de Gembloux reconnus comme identiques à ceux d'Angleterre et que nous ne saurions distinguer de ceux de May, que nous considérons, spécialement, comme les types locaux de l'espèce à laquelle nous appliquons le nom de *O. redux*, dans l'O. de la France (1).

Sa présence dans les grès et dans les schistes de Bretagne établit une connexité remarquable entre ces deux étages. A *May* et à *Saint-Germain* elle est accompagnée de *O. exornata, Sh.* et *O. Berthoisi, Rou.* comme en Portugal. Dans la région que nous considérons nous ne la connaissons qu'à *la Hunaudière*.

(1) Il n'est pas inutile que nous déclarions que dans cet *essai*, nous appliquons spécialement le nom de *O. redux* à l'espèce *la plus commune dans le grès de May*, figurée par Salter et Davidson, et par conséquent à celle du schiste ardoisier que nous considérons comme identique; son assimilation avec le type bohême n'est pas hors de doute, mais on trouve à *Saint-Germain-sur-Ille* et à la *Bouexière* des échantillons qui, d'après notre détermination confirmée par M. Barrande, sont *exactement* conformes au type de l'espèce; ce qui n'empêche pas la variété? de la Basse-Normandie de s'y trouver également. Nous sommes dans l'obligation d'insister sur la présence à Saint-Germain de brachiopodes indubitablement siluriens. En effet, dans la dernière livraison du Bulletin de la Société Géologique (3e s. T. III, p. 376, août 1875) est insérée une « *Etude des terrains silurien et dévonien du nord d'Ille-et-Vilaine*, » par M. Delage, professeur au Lycée de Rennes, où nous lisons : « Les grès de Saint-Germain peuvent être considérés comme dévoniens. Les *Orthis* que l'on y trouve ne ressemblent pas à *O. redux* de May. D'ailleurs il s'y trouve des *Orthocères* et des *Homanolotus*. M. Lebesconte possède dans sa collection un échantillon de ce dernier genre, mais je n'ai pu en prendre l'empreinte. » Nous ne pouvons, quant à présent, discuter les résultats généraux du travail de M. Delage, les planches contenant les coupes à l'appui n'ayant pas encore paru. Mais nous avons le devoir d'avertir nos collègues que les études que nous poursuivons l'un et l'autre, chacun de notre côté, depuis bien des années, dans la région décrite, nous ont conduits à des résultats partiels notablement différents de ceux de M. Delage. Sans entamer une polémique étendue à ce sujet, nous dirons :

Orthis redux, bien qu'elle soit rare à Saint-Germain, n'y existe pas moins, avec d'autres brachiopodes siluriens, tandis que l'espèce la plus commune est *O. (Parambonites?) pulvinata, Salt*, qui pourrait bien n'être qu'une variété de *O. protensa, Sow.*; — la présence des Orthokères dans le grès de Saint-Germain est de nulle valeur pour une attribution à l'étage dévonien, car il existe diverses espèces de ce genre dans le grès de May, telle que *O. fractum, Barr., E. Edgelli. Trom.*; — le prétendu *Homanolotus* que M. Delage a vu dans la collection de l'un de nous est un *Calymene (C. Bayani, nob.)*; d'ailleurs, le genre *Homanolotus* existe aussi bien dans notre terrain silurien que dans le terrain dévonien et on sait qu'il est éminemment caractéristique du grès de May et des couches schisteuses correspondantes, où il est représenté par de nombreuses espèces, telles que : *Plæsiacomia brevicaudata, Desl.* sp ; — *H. Brongniarti, Desl.* sp.; — *H. Vicaryi, Salt.*; etc ; tandis que l'espèce des grès de Gahard, que M. Rouault a identifiée avec H. Brongniarti en est différente (B. S. G. F. 2e s. T. VI, p. 379 et T. VIII, p. 370); c'est notre *H. Gahar-*

O. Berthoisi, Rou.

Id. Rou. B. S. G. F. 2e s. T, VI, pl. 2, fig. 4, 1849. — Id. Sharpe, loc. cit. pl. VIII, fig. 4, 1853. — Cf : O. Berthoisi, var? erratica, Davids. Brit. Sil. Brach p. 32, fig. 21, 28, 1869 et Q. J. G. S. Vol. XXVI, pl. 5, fig. 13, 16, 1870. — Cf: O. ellipsoïdes, Barr. Brach. II, pl. 18, fig. 8, 1848. — Cf: O. patera, Menegh. Sard. II, p. 124, pl. A, fig. 12, 1857.

Le type de cette espèce est de *la Couyère :* malheureusement l'état de compression de tous nos spécimens ne nous permet pas de bien en voir les caractères intérieurs. Cependant, autant que nous en pouvons juger, ils sont bien tels que Sharpe les a figurés; les spécimens portugais sont de la division supérieure du terrain silurien inférieur qui correspond assez bien par sa faune à nos schistes ardoisiers supérieurs, mais encore mieux au grès de Saint-Germain. Dans cette dernière localité nous avons rencontré de nombreux spécimens de *O. Berthoisi, var? erratica, Davids.* Malheureusement ceux des schistes sont dans un état de conservation insuffisant pour considérer l'identification des deux formes comme absolue, bien qu'elle soit très-présumable; on sait combien la même espèce varie quelquefois d'aspect par suite de la différence des sédiments où elle est ensevelie. Nous connaissons la forme de Saint-Germain dans le grès de May, cependant autant elle est commune dans la première localité, autant elle est rare dans la seconde, tandis que le cas contraire est constant pour *O. redux.* Nous pensons que *O. patera, Menegh.* ne diffère pas de celle qui nous occupe, tandis que l'espèce britannique qui porte le même nom paraît assez distincte. Enfin, quelques individus des schistes ardoisiers paraissent très-rapprochés de *O. ellipsoïdes, Barr.*

O. Berthoisi est souvent confondue avec *O. redux ,* mais elle s'en distingue par la taille plus grande des individus adultes, par la forme plus rétrécie de la charnière et quelques détails des impressions musculaires; l'une et l'autre existent dans les mêmes zones des schistes et des grès siluriens. Nous la connaissons à *Renazé* (Mayenne); à la *Guérivaie*, d'après M. Bossé; nous avons aussi trouvé dans les ardoises d'*Angers* une *Orthis* identique à celle de *Saint-Léonard-des-Bois* rapportée à cette espèce, mais qui en diffère un peu par une charnière plus étendue et l'apparence moins sensible des petites aspérités des plis.

O. Ribeiroï, Sh.,

O Ribeiro, Sharpe, Q. J. G. S. Vol. IX, pl. 8, fig. 1, 1853. — O. Vespertilio, Vern. Barr, B. S. G. F. 2e s. T XII, pl. 27, fig. 8, 1856. — O. Vespertilio, Trom. Soc. Sarthe, T. XXI. p. 635, 1873. — Cf: O. Vespertilio, sow. in Murch. Sil. Syst., pl. 20, fig 11, 1839, etc. — O. Vespertilio, sow. David. Sil. Brach. pl. 30, fig. 11, 21, 1869.

Cette espèce, commune en Bretagne, s'y trouve associée aux mêmes fossiles qu'en Portugal, nos échantillons sont bien certainement identiques à ceux que Sharpe a figurés. Très-probablement elle devra être réunie à *O. vespertilio, Sow.*, nom sous lequel MM. de Verneuil et Barrande et l'un de nous l'ont énumérée. De très-bonnes empreintes internes et externes nous permettent de présumer sinon l'identité absolue, du moins une ressemblance des plus sensibles. Néanmoins n'ayant pu, jusqu'à présent, comparer des exemplaires de la Grande-Bretagne avec les nôtres, nous gardons le nom de Sharpe jusqu'à plus ample information. Nous avons vu souvent cette espèce déterminée dans les collections locales sous le nom de Leptæna Danieloi (sic). Loc : ***la Tourière ; Monteneuf.***

densis qui accompagne partout *Orthis Monnieri, Rou. (= O. Vicaryi, Davids.)*, espèce également bien distincte de *O. redux*, et *Orthonota* (vel *Grammysia*) *Ludovicana Rou. sp.* (= *O. Grammysioides, Salt.)*. — L'un de nous a déjà exposé ses vues à ce sujet (Soc. Sarthe, p. 583, 1874) en distinguant le grès de Saint-Germain de celui de Gahard. On reconnaît dans chacune de ces localités deux faunes tranchées, l'une silurienne, l'autre dévonienne; la présence des graptolites à Saint-Germain dans les couches gréseuses, particulièrement de *Diplograpsus Baylei, nob.*, et de *Pleurodyctium Constantinopolitanum, Rœm.*, à Gahard, suffirait pour lever tous les doutes. D'autre part, nous n'irons pas jusqu'à dire que les grès de Saint-Germain et de May sont des équivalents absolus l'un de l'autre, nous réservant d'exposer nos vues à ce sujet; une partie des espèces de May, entre autres *Conularia pyramidata, Hœningh.*, ne se retrouve pas à Saint-Germain. Nous regrettons vivement que M Delage n'ait pas présenté au Congrès la note qu'il avait annoncée sur les terrains paléozoïques de la Bretagne, son abstention ne nous permettant pas de discuter en détail des idées différentes des nôtres sur la géologie de notre patrie.

O. Noctilio, Sharpe.

Id. Q. J. G. S. Vol. V, pl. 6, fig. 2, 1849. Id. Menegh, loc. cit. fig. 8, 16, 1857.

Nos exemplaires sont très-semblables à ceux de Vallongo figurés par Sharpe, sauf que le nombre des plis est parfois moindre qu'il est indiqué dans la description. Meneghini, dont le travail très-consciencieux est un modèle de critique paléontologique, a fait la même remarque en étudiant des exemplaires sardes. Loc. : *Angers, Mise-en-Grain ; Vritz ; Sion ; La Grée.*

O. Miniensis, Sh.

Id. loc. cit. fig 3, 1849. — Id. Menegh. loc. cit. fig. 10, 1857.

Espèce assez commune dans nos schistes ardoisiers, mais le plus souvent mal conservée. Nous constatons, sur quelques exemplaires, l'existence de deux expansions aliformes. C'est à elle que l'on doit rapporter la plupart de ceux qui portent le nom de *Spirifer Davidi, Rou.* dans les collections. Loc. : *La Craonaie ; La Tourière ; La Guerivaie ; Sion ; Pierric.*

O. Davidi, Rou.

Spirifer? Davidi, Rou. B. S. G. F. 2ᵉ s. T. VIII, p. 318, 1851 (non Sp. Davidi? Salt. Q. J. G. S. Vol. XX, pl. 17, 1864).

Cette espèce devra probablement être réunie aux deux précédentes. Le nombre des plis est indiqué comme étant de 36 par M. Rouault, et l'on sait combien ce caractère est variable ; celui d'avoir une charnière allongée est commun à un grand nombre d'espèces. L'auteur semble avoir réuni en une seule toutes les *Orthis* transverses de Bretagne ; il l'indique à *Angers ; La Hunaudière (Sion) ; Monteneuf.* Néanmoins nous conservons le nom à une forme de la *Tourière*, qui pourrait bien n'être qu'une variété de la précédente, mais qui a des plis plus ténus et rectilignes.

O. Duriensis, Sh.

Id. Sharpe, Q. J. G. S. Vol. V, p. 152, pl. 6, fig. 4, 1849.

Nous avons rencontré à *Sion* quelques exemplaires de cette belle espèce, qui se distingue facilement par la finesse de ses plis et la délicatesse de ses ornements.

O. Lusitanica, Sharpe.

Id. Sh. loc. cit. pl. 6, fig. 5, 1869.

Une valve dorsale (ventrale, Sh.) nous montre la forme concave caractéristique de cette espèce ; nous avons aussi une valve ventrale (dorsale, Sh.) qui peut y être rapportée. Nous comptons environ 24 plis rayonnants ; cette espèce n'a malheureusement pas été figurée avec assez de détails pour être bien étudiée. Loc. : *Sion.*

Avec elle on trouve un grand nombre d'échantillons d'une espèce très-voisine et qui n'en est peut-être qu'une variété. Nous la rapporterions volontiers de *O. Sardoa, Meneghini* (*loc. cit. p. 121, pl. A. fig. 11, 1857.*) = *O. Calligramma, Bornemann,* (*Sard. suppl. au T. II, p. 9, 1860*), que les auteurs comparent à *O. Callactis, var. B. Dalm.* qui est une forme de *O. Calligramma.* Certains individus sont identiques à cette dernière espèce telle que M. de Verneuil l'a figurée (B. S. G. F. T. XII, pl. 27. fig. 7, 1856). Le nombre des plis varie de 12 à 26, c'est-à-dire qu'il est tantôt inférieur au chiffre 14 indiqué pour *O. Sardoa,* tantôt peu différent du chiffre 28 que comporte l'échantillon d'Espagne. L'individu figuré par Meneghini est malheureusement incomplet, mais peut-être le nom qu'il lui a donné devrait-il être conservé si l'identité n'était pas démontrée entre les échantillons d'Espagne et la véritable *O. Calligramma.*

Nous avons pu voir au Muséum de Paris, dans la collection d'Orbigny, l'échantillon des ardoisières d'Angers déterminé sous le nom de *O. testudinaria* (*Prodr. Paléont. Vol. I, p. 17, Et. I, nº 286*) ; nous croyons qu'il n'appartient pas à cette espèce ; il est d'ailleurs de très-petite taille, très-mal conservé et, suivant nous, indéterminable ; ses apparences le rapprocheraient de *O. Noctilio* plus que d'aucune autre.

GRAPTOLITHES.

Dans les schistes ardoisiers de *Sion*, avec les Ogygies, on voit sur certains feuillets un grand nombre de Graptolithes, qui tranchent par leur éclat luisant et argenté sur le fond gris-noirâtre de la roche ; leurs empreintes sont très-abondantes dans certains lits et elles sont formées par une substance talqueuse, mince et brillante. Les apparences sont très-diverses, par suite des circonstances organographiques et l'aspect de la même espèce varie beaucoup, même sur un seul individu ; aussi est-il bien difficile de reconnaître les caractères. Dans certaines couches appartenant à la faune troisième, les graptolithes sont dans un état de conservation analogue, mais le facies des espèces est différent. La présence de ces fossiles avec *Ogygia Desmaresti* et *Placoparia Zippei*, dans les couches les plus inférieures de nos schistes ardoisiers est un fait important qu'il importe de faire connaître ; malheureusement l'état de conservation ne permet pas une étude rigoureuse. Nous les attribuons *provisoirement* à :

Didymograpsus Murchisoni, Bœck, sp. La même espèce accompagne *Diplograpsus Baylei, Carr. nob. y.* (1) à Saint-Germain-sur-Ille.

Graptolithus Hisingeri, Carr. (G. Sagittarius, Hiss. non Linn). Nous croyons l'avoir également reconnue dans le *grès* à *C. Tristani* et *Ascocrinus Barrandei* des *Moitiers d'Allonne* (Manche) ; l'existence d'un graptolithe dans les sédiments purement gréseux de cette dernière localité, comme celle de *D. Baylei* dans les couches de même nature à Saint-Germain, constitue des faits remarquables.

G. Sedgwicki, Portl. Les échantillons de *Sion* se font remarquer par leur grande taille ; il en est qui dépassent 200 millimètres et dont nous ne voyons pas les deux extrémités. Quelques-uns présentent bien l'apparence arquée de la partie inférieure, telle qu'elle est figurée dans la Siluria, 1867, p. 61. La même espèce existe dans le grès armoricain de la même localité avec *L. Lesueuri.*

Echinodermes : CRINOÏDES.

Nous ne connaissons que des débris de crinoïdes dans les schistes ardoisiers de la Loire-Inférieure ; ils y sont même assez rares. Une espèce paraît exister à *Sion*, et une seconde à la *Grée*, près de Derval et dans les schistes de *Soulvache*. Nous n'avons rencontré aucune cystidée dans la région étudiée, bien que les restes en soient très-fréquents dans d'autres parties du bassin, à Vitré et à Saint-Léonard principalement.

Végétaux (FUCOÏDES).

Buthotrephis Sionensis, nov. sp.

Nous attribuons à ce genre américain une algue bien remarquable de *Sion* offrant quelques ressemblances avec certaines floridées de nos mers. On peut la décrire de la sorte :

Algue formée d'une tige très-longue, bifurquée à son extrémité supérieure en une paire de rameaux simples, légèrement incurvée ; un peu au dessous de ce point de bifurcation, deux autres rameaux partent de la tige ; ils sont opposés et également incurvés ; à leur aisselle on voit les traces de deux autres moins distincts, de sorte qu'à cet endroit il s'en trouve deux de chaque côté et que notre unique exemplaire nous en présente six en tout, symétriquement placés par rapport à la tige et à sa partie supérieure. La tige elle-même est droite et longue et offre quelques traces d'une nervure ? ou d'un siphon? central ; elle a un diamètre de 3 millimètres et une longueur de 100 millimètres, mais l'extrémité inférieure manque.

Nous avons rencontré d'autres traces de fucoïdes, mais trop mal conservées pour être décrites.

(1) Cette espèce, jusqu'à présent particulière a la localité de Saint-Germain, a été signalée par M. Bayle sous le nom de *Diprion pristis* (Cours de géologie, p. 6, 1866).

VI. — NOTE SUR LES FOSSILES DE RENAZÉ (*Mayenne.*)

Parmi les fossiles que nous avons mis sous les yeux de nos collègues, un certain nombre provenait des ardoisières de *Renazé*, localité située dans l'ancienne province d'Anjou, non loin des limites du département de Maine-et-Loire, mais dans le département de la Mayenne. Nous sortirons un peu de notre cadre primitif en ce qui les concerne, cette digression ayant l'avantage de nous permettre d'étudier quelques-unes des espèces des couches supérieures des schistes ardoisiers, où manque *C. Tristani.*

Renazé est situé sur le prolongement des ardoisières de Riadan et de Coësmes (Ille-et-Vilaine), où l'on rencontre une faune semblable que nous étudierons en détail dans le cours de nos travaux. Nous n'avons pu explorer cette localité que d'une manière restreinte, par suite de son éloignement de Rennes et de Nantes, et si nous pouvons y présumer un grand nombre d'espèces, l'état de conservation ne nous permet pas de les déterminer toutes avec certitude, aussi nous préférons nous abstenir de les énumérer. Celles qui ont cette provenance sont portées dans la septième colonne de notre tableau A. Nous ferons remarquer combien est forte la proportion des espèces communes aux deux zones principales de l'étage et celles qui sont présentement considérées comme spéciales ont été, en partie, trouvées dans d'autres localités de Bretagne et de Normandie avec celles de la zone inférieure. En effet, parmi celles dont nous avons déjà eu occasion de parler, nous voyons exister avec les trilobites du genre *Trinucleus,* à Renazé : *Calymene pulchra, Barr.; — Illœnus Beaumonti, Rou.; — Serpulites Letellieri. Trom.; — Orthis Berthoisi, Rou.; — O. Noctilio? Sh.; — O. Ribeiroï, Sh.* (1).

Les espèces que nous ne connaissons jusqu'à présent que dans cette localité, dans la région dont nous présentons aujourd'hui l'étude, sont:

Dalmanites socialis, Barr. var. proœva.

Phacope proœvus, Emme. Tril. p. 25, 1839. — P. proœvus, Burm. pl. 4, fig. 3, 1843. — Dalmanites socialis, var. proœva, Barr. Vol. I, pl. 21, 26, 1852. — P. proœvus, Salt. Sh. Q. J. G. S. Vol. IX, p. 159, 1853. — Dalm. socialis, Vern. Barr. B. S. G. F. T. XII, pl. 26, 1856. — Ph. longicaudatus, Rou. (non Murch.), loc. cit., p. 320, 1846.

Les individus de *Riadan* et de *Renazé* sont complétement identiques à *D. Proœva :* les yeux sont beaucoup plus petits que dans la tête de la *Hunaudière* que nous

(1) Nous avons vu dans quelques collections, indiquées comme venant de Renazé, des échantillons de *Asaphus nobilis, Barr.* et de l'espèce que nous rapprochons de *Dalmanites solitaria, Barr.*, mais nous ne les y avons pas recueillis nous-mêmes. Leur aspect rappelant absolument celui des fossiles de *la Couyère,* nous avons pensé qu'ils provenaient probablement de cette dernière localité, où ces espèces sont assez communes, car il arrive que les fendeurs d'ardoises, qui changent fréquemment de chantiers, vendent des fossiles d'autres provenances que la carrière où ils travaillent. Nous devons donc prémunir les collecteurs au sujet des pièces achetées aux ouvriers, qu'il suffit généralement d'interroger pour avoir l'origine exacte, car ils connaissent fort bien les fossiles propres à chaque gisement.

avons rapportée à *D. Socialis,* var. *armoricana.* Cette espèce est connue depuis longtemps dans l'O. de la France et elle paraît être particulièrement abondante au niveau supérieur des schistes ardoisiers.

Trinucleus Pongerardi, Rou.

Id., B. S. G. F. 2ᵉ s. T. IV. p. 311, pl. 3, fig. 1, 1847. — Id., Salt. in Sh. Q. J. G. S. Vol. IX, p. 160, 1853. — Cf : Tril. ornatus, Sternb., 1833. — Trinucleus ornatus, Barr. Vol. I, p. 29, 30, 1852.

Nous renvoyons à l'étude spéciale que M. Rouault a faite de cette espèce, en nous bornant aux observations suivantes :

Nous constatons qu'elle ne paraît guère différer de *T. ornatus* que par la bifurcation des pointes génales. Or, bien que M. Rouault ait déclaré avoir rencontré deux exemplaires sur cinq qui présentaient cette particularité, parmi plusieurs milliers qui ont passé par nos mains, nous n'avons pu le voir sur plus de un pour cent. En outre, tantôt c'est seulement à son extrémité qu'elle est bifurquée, tantôt c'est près du limbe ; la branche secondaire est tantôt très-rapprochée de la branche principale, tantôt très-divergente ; elle est dirigée tantôt en dedans, tantôt en dehors, et sur le même individu on peut constater des différences. Aussi serions-nous très-disposés à admettre que ce caractère est l'effet d'une division fortuite, ou de tout autre accident survenu pendant la fossilisation ; nous avons aussi un spécimen où nous constatons que la même apparence est produite par la superposition partielle d'un second. Salter, de son côté, en étudiant des exemplaires portugais, a constaté qu'aucun ne présentait la pointe génale bifurquée. Cette différence est cependant la seule dont on puisse arguer pour considérer l'espèce de Bretagne comme indépendante de celle de Bohême, à laquelle on n'a pas hésité à rapporter les spécimens de la Sangsurière. Rappelons, en outre, que la figure de M. Rouault est une *restauration* de l'espèce où les caractères sont exagérés ; et aussi qu'à l'époque où son travail parut, la plupart des belles monographies, dont la tribu des trilobites a été l'objet, n'avaient pas vu le jour.

Néanmoins, comme il est possible que le mauvais état de conservation de nos rares exemplaires à pointes génales bifurquées soit la cause qui nous empêche de voir d'autres différences, et que nous avons de très-bons spécimens qui ne diffèrent nullement de *Trinucleus ornatus, Sternb.,* nous devons les laisser pour le moment sous deux noms différents.

Les localités où l'on a constaté l'existence du genre *Trinucleus,* dans l'ouest de la France, sont en petit nombre : nous ne pouvons citer que les ardoisières de *Riadan,* entre Bain et Poligné, *Coësmes* (Ille-et-Vilaine), où l'un de nous l'a récemment découvert, *Renazé* sur le prolongement oriental des mêmes couches, enfin la *Sangsurière* (Manche), où il a été trouvé par MM. Bonnissent et Dalimier.

T. Goldfussi, Barr.

Id., Vol. 1, pl. 30, 35, 1852.— Id., Vern. Barr. B.S.G.F. 2ᵉ s. T. XII, pl. 25, fig. 2, 1856. — Cf : Trinucleus Caractaci, Murch.

Cette espèce accompagne la précédente à *Riadan* et à *Renazé ;* elles sont confondues dans les collections. Nous les distinguons par les différences qu'a indiquées M. Barrande : *T. Goldfussi* a le contour extérieur céphalique très-arrondi, presque en demi-cercle, tandis que celui de *T. ornatus* figure une courbe aplatie ; le limbe du premier est constamment incliné et sa surface n'offre aucune inégalité, celui du second est ordinairement presque horizontal et l'on voit près du bord une sorte de bourrelet concentrique sur lequel se trouve une rangée de perforations ; la longueur de la tête est comparativement plus grande dans *T. Goldfussi* et ses pointes génales forment un angle moins prononcé avec le limbe.

En signalant cette espèce dans nos schistes ardoisiers supérieurs, nous ferons remarquer qu'en Bohême elle s'étend de la bande *d*2 à la bande *d*5 inclusivement, c'est-à-dire dans presque toute la hauteur de la faune seconde.

Ampyx, sp.

Cf : A. tenellus, Barr. Vol. 1, suppl. pl. 2, 1872.

Avec ces *Trinuclei* nous avons rencontré à *Renazé* une tête isolée et unique qui appartient au genre *Ampyx.* Malheureusement elle manque un peu de netteté et

nous aurions négligé ce fossile s'il ne nous permettait de constater l'existence, dans notre terrain silurien, d'un genre de trilobite qui y était jusqu'à présent inconnu. Cette tête a une longueur de 7^{mm} pour une largeur de 11^{mm}. La gabelle est ovoïde et dépasse de moitié le contour des joues; le front est armé d'une petite pointe de 2^{mm}; l'anneau occipital est très-distinct, comme dans *A. tenellus, Barr.* avec lequel notre espèce offre beaucoup de ressemblance autant qu'on en peut juger d'après une tête mal conservée; toutefois les pointes génales en sont très-divergentes et presque rectilignes.

Acidaspis Buchi, Barr.

Odontoplevra Buchi, Barr. Not. prel., p. 28, 1846. — Acidaspis Buchi, Barr. Vol. I, pl. 36, 1852. — Polyeres Dufresnoyi, Rou. B.S.G.F. 2^{e} s. T. IV, p. 320, 1847.

Cette belle espèce est assez fréquente dans l'O. de la France et nous en avons trouvé des fragments à *Renazé*. Elle s'étend, chez nous, dans toute la hauteur des schistes ardoisiers, comme en Bohême dans toutes les divisions de l'étage D. Elle n'est connue que dans ces deux pays et l'identité a été reconnue depuis longtemps.

Ctenodonta Eschwegei, Sh. sp.

Nucula Eschwegii, Sh. Q.J.G.S. Vol. IX, pl. 9, fig. 10, 1853. — Nucula id., Vern. Barr. loc. cit., p. 989, 1853.

Cette espèce n'est pas rare à *Riadan* et nous l'avons aussi trouvée à *Renazé* associée aux mêmes espèces. Elle a probablement reçu un nom de M. Rouault, mais nous ignorons lequel est le véritable parmi ceux qu'il a donnés aux Nucules de cette provenance.

Orthis Mundæ Sharpe.

Id. loc. cit. pl. VIII, fig. 5, 1853.

Cette espèce accompagne *O. Berthoisi* en Portugal et nous les retrouvons ensemble à *Renazé*. Peut-être n'en est-elle qu'une variété.

Encrinites Andegavensis, nov. sp.

Nous croyons devoir distinguer par un nom une forme de crinoïde dont nous ne connaissons que la tige et les bras, mais qui nous paraît assez caractéristique des schistes ardoisiers supérieurs. On la trouve sous forme de tiges annelées, plus ou moins droites, ou bien repliées en crosse, d'autres fois contournées dans tous les sens et disjointes; les anneaux sont arrondis et saillants, nous en comptons sept ou huit sur 10^{mm} de longueur; le diamètre des tiges varie de un et demi à trois millimètres. Les calices qui s'y rapportent sont trop incomplets pour nous permettre de les décrire et de donner à cette forme le nom générique qui lui convient. Loc.: *Renazé, Coësmes, La Couyère, Riadan.*

Petraia? insolita, nov. sp.

On rencontre fréquemment à *Renazé* des corps ayant la forme d'un cône évasé, plus ou moins aplati dans les schistes. La surface est transformée en sulfure de fer; son aspect est rugueux, comme chagriné, par suite de l'existence de nombreuses stries horizontales très-irrégulières, d'autres droites et plus espacées les croisent dans le sens de l'apothème. Ces corps sont creux et à l'ouverture les bords sont légèrement repliés en dedans. Ils sont tantôt groupés, tantôt isolés. Leurs apparences rappellent celles de divers polypiers siluriens des genres *Cystiphyllum, Ptycophyllum. Cyathophyllum,* mais ils paraissent avoir été minces et creux et, en conséquence, nous les rangerons dans le genre *Petraia.* Les déformations subies ne permettent pas de mesurer les rapports exacts des dimensions, qui paraissent avoir été assez variables; un échantillon de taille moyenne donnerait une hauteur de 60^{mm} pour un diamètre un peu moindre.

Ce polypier est le plus ancien que nous connaissions en France et son existence dans notre faune seconde mérite d'être remarquée; il y a d'autres espèces dans notre faune troisième, mais d'un groupe différent.

En terminant cette étude d'une fraction de la faune seconde silurienne de Bretagne, nous ferons observer que, dans notre pays, aucune

espèce n'est commune avec la faune troisième. Nous ne connaissons pas, non plus, d'intercallation de roches à fossiles du silurien supépérieur dans celles qui constituent la division inférieure, et le grès de May, qu'on a cru devoir placer au dessus du schiste ampéliteux, lui est inférieur, suivant nous. Cette erreur dans la classification de nos étages vient probablement de ce qu'on a longtemps confondu la faune de May avec celle du grès qui constitue la base du terrain dévonien en Bretagne et en Normandie, ainsi qu'en témoigne le mélange des fossiles des deux faunes dans beaucoup de collections.

VII. — FAUNE TROISIÈME.

Nous avons déjà exposé nos idées sur cette faune et les raisons qui nous font la considérer comme constituée par deux zones plus ou moins distinctes.

La plus inférieure ou *zône des ampélites et des phtanites* de l'Anjou et de la Loire-Inférieure a fourni à M. Farge et à nous un certain nombre d'espèces parmi lesquelles nous avons pu déterminer les graptolithes suivant :

Graptolithus colonus, Barr., de *Mozé* à *Vern* (Maine-et-Loire); *Abbaretz* (Loire-Inférieure). Nous avons déjà cité les autres localités de Bretagne et de Normandie où nous connaissions cette espèce. *Bohême:* d 5 (col); E. *Grande-Bretagne:* Schistes de *Coniston* (Caradoc). *Caffiers* (Pas-de-Calais).

G. Becki, Barr., espèce très-abondante dans tous les gisements, particulièrement à *Saint-Martin-du-Fouilloux*. Nous la connaissons aussi dans la zone supérieure à *Villepot,* où, comme dans les schistes ampéliteux de *Domfront* (Orne), elle accompagne *Gr. priodon* et *Gr. Bohemicus;* dans cette dernière localité, *Cardiola interrupta* et *Gr. colonus* leur sont associés, ce qui prouve la liaison qui existe entre nos deux zones ampéliteuses. *Grande-Bretagne:* étage de Llandeilo. — *Bohême*: *d* 5 (col.); *e* 1.

G. Nilssoni, Barr., de *Mozé* à *Vern*. Nous connaissons aussi cette espèce au *Chatellier* (Orne) avec *Gr. Colonus,* etc. *Grande-Bretagne :* Llandeilo. — *Bohême : d*5 (col.), E.

G. spiralis, Geinitz. Elle est assez abondante à *Lonlay-l'Abbaye* (Orne) et à *Poligné* (Ille-et-Vilaine); dans le Maine-et-Loire on la trouve aux *Bigottières,* à *Saint-Martin-du-Fouilloux,* à *Mozé.* — *Bohême : d*5 (col.), *e*1.

Diplograpsus folium, His. de *Mozé* à *Vern* (Maine-et-Loire). On trouve de jeunes spécimens aussi bien que ceux qui ont tout leur développement; ils montrent au bas de l'ouverture des cellules la pointe qui distingue cette espèce de *D. palmeus, Barr.* Une autre espèce assez voisine : *D. Baylei, Trom. Leb.* se trouve dans le grès de Saint-Germain-sur-Ille avec *Didymograpsus Murchisoni? Beck.* Nous avons aussi rencontré *Diplograpsus folium* au *Chatellier,* à *Domfront* (Orne), à *Neuvillette* (Sarthe) et à *Poligné* (Ille-et-Vilaine). *Grande-Bretagne:* Llandeilo.— *Bohême, d*5 (col.).

Les espèces de la *zone supérieure* ou des *nodules ampéliteux,* que nous plaçons sur l'horizon du calcaire de Feuguerolles, sont plus nombreuses, et nous pensons que, maintenant que leur existence est reconnue en Bretagne, la liste s'en accroîtra encore par suite de nouvelles recherches, qui permettront d'en trouver davantage et suffisamment bien conservées pour être étudiées. Voici celles que, jusqu'à présent, nous avons découvertes :

Ceratiocaris Cenomanensis, Trom. (*Bull. Soc. Sarthe, T. XXII, p. 586, 1874.*) L'un de nous a donné ce nom à une forme de *Chemiré* qu'il a ainsi décrite : « Se distingue en ce que les trois branches du gouvernail sont presque lisses et n'offrent que quelques faibles rainures longitudinales; la branche principale est plus robuste que les branches secondaires ; toutes trois assez fortes à leur naissance, se réduisent rapidement et ne paraissent pas avoir dépassé 30^{mm} en longueur; elles sont un peu aplaties dans le sens latéral et inclinées à 45 degrés par rapport au dernier segment du corps; celui-ci semble cylindrique et l'empreinte du test offre quelques stries longitudinales sans continuité. La forme la plus analogue est *C. Scharyi, Barr.* de *e*1 en Bohême, dont le gouvernail est incomplétement connu. » Des fragments de cette espèce nous en annoncent la présence à *Lusanger* et à *Villepot.*

Bolbozoe anomala, Barr. (*supp. Vol. I, pl. 24, 1872.*) Abondante à *Chemiré-en-Charnie* (Sarthe), trouvée également à *Lusanger.* En Bohême, elle appartient à la bande *e*2.

B. Bohemica, Barr. (*supp. pl. 27*), accompagne la précédente à *Lusanger ;* bande *e*2 de Bohême.

Orthoceras styloïdeum, Barr. (*Céph. pl. 239, 1866.*) Déjà connue à *Chemiré,* à *Saint-Jean-sur-Erve* et à *Feuguerolles,* où elle est bien conservée; nous l'avons aussi trouvée à *Lusanger* et à *Villepot.* En Bohême, on la rencontre sur les horizons *d5* (*col.*), *E, f. 1.* Elle est accompagnée de traces d'autres espèces insuffisantes pour la détermination.

Capulus subcompressus, nob. (Cf : *C. compressus, Barr. msc.*) Petite espèce très-comprimée, couverte de stries d'accroissement plus ou moins fortes, assez voisine du *C. compressus, Goldf.* — Cf : *Vern. Barr. 1856,* mais beaucoup plus petite. C'est le bellérophe à carène dorsale très-aiguë, cité par M. de Caumont (*Topogr. géog. du Calvados, p. 230, 1828.*) Un échantillon de cette espèce existe dans la collection de Verneuil et un autre dans la collection Deslongchamps ; tous deux proviennent de *Feuguerolles.* Ils sont un peu plus grands que le nôtre, dont le diamètre de la base n'a que 8^{mm}, et la plus grande hauteur 6^{mm} ; il a été trouvé à *Villepot.* Une espèce très-voisine ou même identique existe en Bohême sur les horizons *d*5 (colonies), E.

Cardium subarcuatum, Munst. déterminée d'après la figure d'un individu Sarde donnée par Meneghini (*Pl. C, fig. 17. 1857*). Cette espèce est assez fréquente à *Feuguerolles,* où elle accompagne d'autres cardiacés à nommer et *Cardiola interrupta.* Loc. : *Villepot.* M. Barrande nous a fait connaître que les mêmes espèces existaient en Bohême, où elle seront prochainement décrites.

Nous avons aussi trouvé à *Derval* et à *Lusanger* un petit *Cardiacé* de genre indéterminé, que nous avons rencontré depuis longtemps à *Feuguerolles* et à *Martigné-Ferchaud* et qui existe aussi en Bohême.

Cardiola interrupta, Sow. Nous avons de *Lusanger* un échantillon mal conservé de cette espèce, mais nous la connaissons, non loin de nos limites, associée aux mêmes fossiles. Sa rareté dans la Loire-Inférieure peut s'expliquer par le petit nombre de nodules recueillis jusqu'à ce jour. Elle est assez abondante dans les calcaires ampéliteux de *Saint-Sauveur* et de *Feuguerolles,* tandis qu'à *Chemiré,* M. Guillier n'en a trouvé qu'un seul exemplaire parmi des centaines de fossiles. Nous la connaissons encore dans les schistes ampéliteux du *Chatellier* et de *Domfront,* où elle est rare. En Bohême, elle atteint son maximum d'abondance dans la bande *e 2,* tandis qu'elle est moins commune dans *e 1* et les *colonies* intercalées dans la bande

d 5. Dans les Iles Britanniques, elle se trouve dans les étages de Caradoc, Wenlock et Lludlow ; elle caractérise les premiers horizons de la faune troisième dans la plupart des bassins siluriens.

C. interrupta ne se rencontre pas à Saint-Aubin de Locquenay (Sarthe), où elle est citée par les auteurs ; les schistes ampéliteux de cette localité appartiennent à la zone à *Gr. Colonus*, comme ceux de *Neuvillette*. A *Poligné*, elle est remplacée par *Cardiola fibrosa, Sow.* qui paraît se trouver également dans les calcaires de *Feuguerolles.*

Silurina robusta, Barr. msc. Nous appliquons ce nom à une espèce de *Derval* identique à celle qui le porte au British Museum. Bohême : *e 2.*

Mytilus sp. E. Trouvée à *Lusanger,* comme à *Feuguerolles* et à *Chemiré.* Etant dans la nécessité de ne pas donner à nos formes aviculoïdes et mytiloïdes des noms qui feraient probablement double emploi avec ceux de M. Barrande, nous continuerons à les désigner par des lettres comme l'un de nous l'a déjà fait pour celles de la Sarthe, et dans le but de pouvoir indiquer les localités où l'on rencontre les mêmes espèces (1).

Athyris compressa Sow. Nous voyons les caractères internes sur un moule et nous pensons que cette espèce appartient bien au genre dans lequel M. Davidson l'a placée. On en rencontre d'assez nombreux individus à *Feuguerolles ;* nous l'avons aussi trouvée dans la Loire-Inférieure à Derval. En Angleterre elle est des étages de Wenlock et de Lludow ; des bandes *d 5 (col.); E ; F* en Bohême.

Graptolithus Bohemicus, Barr. Dans l'ouest de la France cette espèce n'a été rencontrée, jusqu'à présent, qu'à *Villepot* et dans les schistes ampéliteux de *Domfront ; Bohême* : d 5. (col.) ; E. Nous la connaissons aussi à *Cabrières* (Hérault) avec *Gr. Rœmeri, Barr.* et *Gr. Priodon, Barr.*, d'après les recherches de M. de Grasset. *Grande-Bretagne :* Schistes de *Coniston.*

G. Becki, Barr. L'espèce précédente et celle-ci coexistent à *Villepot* et à *Domfront.* Nous avons déjà fait remarquer son abondance dans la zone inférieure. C'est la seule connexion bien certaine que nous puissions constater dans la région que nous étudions ; peut-être existe-t-il d'autres graptolithes communs, mais leur état de conservation ne permet pas de les déterminer.

G. priodon, Bronn, (G. Ludensis, Murch.), qui accompagne presque partout Card. interrupta dans les bassins siluriens, a été rencontré dans la Loire-Inférieure à *Lusanger* et à *Villepot.* Elle est connue dans l'ouest de la France, à *Saint-Sauveur* (Manche), à *Feuguerolles* (Calvados), avec *Retiolites Geinitzianus,* à *Chemiré-en-Charnie* (Sarthe) et à *Saint-Jean-sur-Erve* (Mayenne), c'est-à-dire dans toutes les localités où la zone du calcaire ampéliteux est représentée : mais c'est à tort qu'elle a été citée dans les schistes de *Saint-Aubin-de-Locquenay* (Sarthe). Nous l'avons également trouvée dans les schistes ampéliteux de *Domfront* avec *Gr. Becki, Gr. Bohemicus* et *Gr. Colonus.* Elle se trouve aussi à *Cabrières* (Hérault) avec Gr. Bohemicus et *Gr. Rœmeri,* à *Saint-Béat* (Haute-Garonne), dans la péninsule Ibérique, en Sardaigne, en Thuringe, en Scandinavie, etc. Dans les Iles Britanniques elle s'étend au travers des étages de Caradoc, Llandovery, Wenlock, Lludlow ; en Bohême elle est des horizons *d*5 (col.) ; E.

Favosites asper, d'Orb. (Calamopora alveolaris, Blainv.); rares spécimens à *Villepot* paraissant identiques à ceux d'Angleterre où ils se trouvent dans les étages de Caradoc, Llandovery, Wenlock et Lludlow; Bohême *d*5 (col.) ; E.

F. fibrosus, Goldf. avec la précédente à *Villepot.* L'un de nous l'a aussi trouvée à *Feuguerolles.* Ce polypier est très-répandu dans le terrain de la Grande-Bretagne, où il appartient aux mêmes étages que le précédent; Bohême : Étage E.

(1) L'espèce que j'ai citée dans la Sarthe (loc. cit. p. 587) sous le nom de *Avicula matutinalis, d'Orb.* doit prendre le n° D; car, ayant pu voir le type de A. matutinalis (*Prodr. 1er Et. n° 202, p. 13, 1850*) au Muséum j'ai reconnu que cette espèce était du grès *dévonien* de *Saint-Sauveur-le-Vicomte.* C'est bien la *Pterinea sp.* figurée par M. Wyatt-Edgell, des cailloux roulés de Budleigh-Salterton (*Q. J. G. S. Vol. XXX, pl. 6, fig. 3, 1874*). Le même morceau de la collection d'Orbigny porte l'empreinte extérieure de la *Pterinea sp.* également figurée par M. Wyatt-Edgell (*pl. 5, fig. 2*) et des échantillons de Orthis Monnieri, Rou., espèces de nos grès dévoniens inférieurs. *(Note de M. de Tromelin.)*

F. Gothlandicus, Goldf. même distribution verticale que les deux espèces déjà citées, en Angleterre et en Bohême, les accompagne à *Villepot.*

Nous ferons remarquer que ces polypiers, ou du moins des formes très-voisines existent dans nos calcaires dévoniens. Celle que d'Orbigny a séparée de F. Gothlandicus sous le nom de *F. Goldfussi,* avait déjà été décrite dans notre pays, par M. Bouillé, de Laval, sous celui de *F. punctatus* d'après des spécimens de *Saint-Céneré, Izé* et *Gahard* (V. Blavier, Ess. stat. minér. et géol. de la Mayenne. P. 37, 1837).

Fucoïdes? Bosséi, nob. On remarque à *Lusanger* des traces de fucoïdes, à la surface des minces lits de schistes intercalés dans les grès supérieurs, dans leurs parties grisâtres et très-micacées, en contact avec les couches qui renferment les nodules à faune troisième. Ces débris sont en général assez indistincts, mais il en est qui se présentent avec une apparence constante : ce sont des petits corps ayant généralement la forme d'un γ; la tige est le plus souvent dichotome, ou bien se prolonge au delà du point de naissance des deux rameaux ; son diamètre est d'environ un demi-millimètre; la longueur est assez variable, mais ne dépasse pas 15^{mm}. Nous les désignerons sous le nom de *F. Bosséi,* du nom de la personne qui les a rencontrés la première dans la Loire-Inférieure. Peut-être devront-ils être rangés dans le genre *Buthotrephis,* Hall.

Nous connaissons la même forme à *Feuguerolles,* où elle atteint des dimensions un peu plus fortes. On l'y trouve dans les schistes qui forment un banc mince entre les grès sans fossiles qui couronnent les assises de May et le calcaire silurien supérieur, à la base de celui-ci, comme à Lusanger. Ils sont satinés, très-fissiles et en lits minces dans les deux localités, où ils contiennent d'autres fucoïdes indéterminables, et, en outre, une astérie : *Palasterina? gracilis, Trom.* à Feuguerolles, où ces fossiles sont les seuls connus. Les bancs de Lusanger renferment, de leur côté, un ostracode qui paraît être le moule intérieur de ENTOMIS MIGRANS, BARR. de *d5* (col.); E; — plus quelques graptolithes indéterminables; les schistes et les grès qui renferment ces fossiles ont été extraits en même temps que les nodules, dont nous avons étudié la faune, d'un puits creusé entre Lusanger et Sion, au village de la Bégunaie, ces couches ne sont pas visibles à la surface du sol.

Toutes les espèces suffisamment définies de nos ampélites schisteuses ou calcaires se retrouvent en Bohême ou dans la Grande-Bretagne, et il semble que ce soit à l'époque correspondante que la diffusion des êtres siluriens ait été la plus grande, ainsi que l'a fait remarquer M. Barrande à maintes et maintes reprises. Nous ajouterons que nous retrouvons presque toutes nos espèces à *Cabrières* (Hérault), et à *Saint-Béat* près Luchon (Haute-Garonne), dans un calcaire noir qui pétrographiquement ne diffère nullement de celui de Saint-Sauveur et de Feuguerolles, la faune seconde du Bas-Languedoc au contraire paraît présenter très-peu d'identités avec celle de la Bretagne, qui est cependant très-semblable à celle de la péninsule Ibérique ; le facies du terrain dévonien est encore bien plus contrastant. Nous souhaitons vivement que les géologues méridionaux entreprennent l'étude de leurs terrains paléozoïques, qui permettrait de constater des analogies et des différences frappantes avec le N.-O. de la France (1).

(1) LISTE des FOSSILES *siluriens* du *Languedoc.*

M. de Grasset, à Pézénas, a bien voulu me communiquer une série de fossiles de *Cabrières,* près Neffiez (Hérault), parmi lesquels j'ai pu déterminer les espèces suivantes; j'y joins celles qui

VIII. — RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.

On voit que nos travaux nous mettent en mesure d'énumérer 130 formes dans le terrain silurien des trois départements de Maine-et-Loire, Loire-Inférieure et Morbihan, avec une seule localité de la Mayenne. Sur ce nombre, 30 y étaient déjà connues par suite de travaux antérieurs (1); 42 étaient déjà citées dans le massif armoricain, mais n'avaient pas été trouvées dans la région que nous considérons (2); 36 n'étaient pas encore signalées en France (3); 14 seulement sont

sont reconnues aux environs de *Saint-Béat* dans la montagne de Mariguac (Haute-Garonne) dont une liste plus complète sera donnée par M. Leymerie.

FAUNE TROISIÈME.

1. *Orthoceras Bohemicum*, Barr. (cit. de Verneuil).... *Saint-Béat.*
2. *O. Fontani*, Barr. msc ..... *Id.*
3. *O. originale*, Barr. *Cabrières.*
4. *O. pleurotomum*, Barr..... *Id.*
5. *O. severum?* Barr. *Id.*
6. *O. styloïdeum*, Barr. *Cabrières Pyrénées.*
7. *O. subannulare*, Munst..... *Id. Id.*
8. *Coleoprion?? Sandbergeri*, Barr... *Cabrières.*
9. *Cardium subarcuatum*, Munst.... *Id.*
10. *Cardiola interrupta* Sow..... *Cabrières, St-Béat.*
11. *C. gibbosa*, Barr .. *Cabrières.*

Et des Cardiacés divers innommés que nous connaissons également dans l'O. de la France:

12. *Avicula varians*, Barr..... *Cabrières.*
13. *Athyris compressa*, sow ..... *Id.*
14. *Atrypa Sappho*, Barr. *Id.*
15. *A. hircina*, Barr.. *Id.*
16. *A. Dormitzeri*, Barr. *Id.*
17. *A. securis*, Barr... *Saint-Béat.*
18. *Graptolithus Bohemicus*, Barr.... *Cabrières.*
19. *G. priodon*, Brong. *Cabrières, St-Béat.*
20. *G. Bœmeri*, Barr.. *Cabrières.*
21. *Scyphocrinus elegans*, Zenk .... *Saint-Béat.*

Parmi ces vingt et une espèces, quatorze existent sur l'horizon correspondant dans l'*O. de la France*. Les schistes de *Cabrières* ont fourni, entre autres, les espèces suivantes :

FAUNE SECONDE.

1. *Calymene Tristani*, Brong. (cit. de Vern.).
2. *Asaphus Fourneti*, Vern.
3. *A. magnificus*, Trom. (= *A. Barrandei*, Vern. non Hall.).
4. *Ogygia desideratissima*, Trom.
5. *Aeglina* sp.
6. *Illænus* sp.
7. *Placoparia Tourneminei*, Rou. (cit. de Verneuil).
8. Cf: *Amphion Lindaueri*, Barr.

(Note de M. de Tromelin.)

(1) N°°: 1. 3. 4. 5. 11. 19. 20. 21. 22. 26. 29. 42. 43. 46. 54. 57. 58. 74. 81. 82. 91. 97. 98. 116. 117. 119. 120. 121. 125. 129.

(2) N°°; 2. 6. 8. 9. 14. 15. 23. 25. 28. 31. 32. 34. 35. 36. 39. 41. 44. 47. 48. 49. 50. 62. 63. 66. 71. 73. 75. 77. 83. 85. 94. 99. 100. 103. 104. 115. 118. 122. 124. 126. 127. 128. L'existence de quelques-unes de celles-ci a été reconnue d'abord dans la Sarthe, par l'un de nous, il y a peu de temps.

(3) Ces 36 espèces se répartissent de la sorte: 8 décrites d'abord en Bohême: N°°: 13. 16. 24. 30. 38. 53. 95. 102; d'après des exemplaires portugais, en Angleterre, 10, N°°: 55. 67. 68. 69. 70. 86. 87. 90. 92. 93; d'après des exemplaires espagnols, en France, 7, N°° : 18. 27. 45. 59. 79. 80. 89; en Sardaigne, 2 esp. N°°: 60. 88; dans les Iles Britanniques et autres contrées du Nord, 9 esp. N°°: 33. 64. 84. 96. 101. 105. 110. 111. 112.

nouvelles ou ont dû recevoir des noms (1); enfin, 8 restent indéterminées (2). Nous aurions pu largement accroître ce nombre de 130 espèces, si nous n'avions négligé beaucoup d'échantillons mal conservés. Nous pouvons évaluer à un chiffre total de 150 celles que nous avons en notre possession ou dont nous connaissons l'existence dans cette région, et quelques localités, principalement dans le Morbihan, n'ont pu être suffisamment explorées. Nous indiquons par une accolade les noms qui rentreront peut-être dans la synonymie; mais ces réductions seront largement compensées par de nouvelles découvertes que des fragments nous permettent d'espérer, et quand il sera loisible d'étudier la collection Bertrand-Geslin non encore exposée au Muséum de Nantes. Les espèces siluriennes du calcaire blanc d'Erbray ne sont pas non plus comprises dans notre énumération.

La surface considérée équivaut à environ le cinquième de l'étendue occupée par le terrain silurien dans l'ouest de la France, néanmoins c'est la plus pauvre de toutes les parties qui nous sont suffisamment connues sous le rapport de la variété des espèces. Nous pouvons annoncer que le chiffre en sera beaucoup plus considérable dans l'Ille-et-Vilaine et surtout en Normandie. Cette différence semble tenir à une certaine pauvreté des couches fossilifères au sud-est de notre bassin, à l'absence du grès de May et au petit nombre d'espèces qu'a fourni la faune troisième, dont la découverte est toute récente.

Sous le rapport paléontologique, la faune de ces trois départements peut donner lieu aux observations suivantes :

Crustacés. — Nous énumérons 32 trilobites répartis entre 12 genres. Ce chiffre est beaucoup plus considérable que celui qui avait été constaté dans l'ouest de la France jusqu'à ce jour. Il y a un certain nombre d'espèces nouvelles pour la région et presque toutes celles qui ont été citées dans notre terrain silurien figurent dans notre tableau. Nous n'en connaissons pas plus de cinq ou de six qui, ayant reçu des noms, n'y sont pas portées. Tous les genres connus dans l'ouest de la France sont représentés, excepté *Homonolotus*, et nous y ajoutons *Ampyx*. Cette addition est la seule que nous puissions faire à ceux dont M. Rouault avait déjà constaté l'existence, et c'est à peine si nous prévoyons avoir à enrichir notre faune de plus de deux ou trois formes génériques, dans le cours de nos travaux, tandis que nous aurons à décrire beaucoup d'espèces nouvelles. Toutefois, la localité de Cabrières, dans le bassin du Bas-Languedoc, a fourni les genres *Aeglina, Barr.*, récemment découvert et *Amphion*, *Pand.*, dont une

(1) N°: 7. 17. 37. 40. 52. 56. 65. 72. 106. 109. 113. 114. 123. 130.
(2) N°: 10. 12. 51. 61. 76. 78. 107. 108.

espèce identique à *A. Lindaueri, Barr.*, ou du moins très-voisine, a été reconnue par l'un de nous. L'existencè de ces types n'est pas constatée dans notre bassin, où cependant les recherches ont été beaucoup plus actives.

Les crustacés non trilobitiques sont très-peu nombreux dans la région étudiée et cette pauvreté contraste avec la richesse, en Ostracodes principalement, de certaines parties de notre bassin, telles que les environs de Domfront et Andouillé. Les Cirrhipèdes, représentés dans le Maine et la Normandie font défaut.

La première apparition des trilobites en Bretagne remonte au grès armoricain; ils y sont accompagnés du remarquable genre de phyllopode : *Myocaris,* et d'un ostracode. Leur maximum de développement est atteint dans les diverses zones des schistes ardoisiers; mais leur présence n'est pas reconnue d'une façon bien authentique dans notre faune troisième, où au contraire divers autres crustacés sont assez nombreux.

Annélides. — Nous avons attribué aux arénicoles une forme de nos schistes cambriens qui pourrait bien appartenir aux fucoïdes. Les *Tigillites,* très-riches en formes, au N. du massif, mais malheureusement peu déterminables, sont représentées dans la région étudiée par un petit nombre d'espèces, et dans la plupart des localités seulement par de rares individus. Les annélides tubicoles offrent une espèce de *Serpulites ?* très-répandue dans certaines localités des schistes ardoisiers.

Les *Mollusques* dominent dans tous les étages de notre terrain silurien, et ils ne nous ont pas offert moins de 51 espèces, en y comprenant 17 brachiopodes. Ce chiffre aurait été bien augmenté si nous n'avions pas laissé de côté beaucoup de fossiles insuffisamment conservés. Cette prédominance des mollusques se constate même dans le grès armoricain, sur le premier horizon de notre faune seconde. Toutefois, les individus sont plus rares que les trilobites.

Les *Céphalopodes* présentent une *Liluite,* diverses formes d'*Endokères* et quelques *Orthokères* dont l'une est brévicône, dans la faune seconde, nous ne pouvons citer qu'une seule espèce dans la faune troisième, ce qui contraste avec l'abondance des formes de cet ordre dans diverses localités sur cet horizon.

Les *Ptéropodes* n'offrent qu'une seule et rare *Conulaire.* Sous ce rapport, la région étudiée est très-pauvre, comme pour les *Hétéropodes,* et nous n'avons trouvé que des traces de gastropodes.

Les *acéphalés* sont très-largement représentés, surtout par des espèces du groupe des *Nuculidées;* diverses formes attribuables aux

genres *Cypricardia, Dolabra, Cucullela,* etc., existent dans d'autres parties du bassin. Le terrain silurien inférieur de l'ouest de la France est très-riche en formes de cet ordre, et nous avons à en nommer beaucoup d'espèces. Les grès de May et de Saint-Germain surpassent les schistes ardoisiers en richesse, sous ce rapport.

Les *brachiopodes* abondent dans certaines couches. Dans le grès armoricain, nous trouvons de remarquables Lingules, type qui n'existe pas dans les autres étages de la Loire-Inférieure, tandis que dans les parties plus septentrionales, telles que la Côte-du-Creux, Andouillé, Domfront, nous en retrouvons une espèce que nous avons attribuée provisoirement à *Lingula attenuata, Sow;* mais qui paraît identique à celle de la bande *d* 5 de Bohême, que M. Barrande en a distinguée sous le nom de *L. fissurata* (inéd.). Presque toutes les espèces du genre *Orthis,* que nous connaissons dans l'ouest de la France, figurent sur notre liste. Mais il n'y a aucun bryozoaire, bien qu'ils ne soient pas rares ailleurs dans les mêmes étages et dans le grès de May.

Les *graptolithes* ont apparu dans les couches les plus basses des schistes ardoisiers, mais c'est dans les étages ampéliteux qu'ils offrent le plus d'espèces et que les individus pullulent.

Les *Radiaires* n'offrent que quelques traces de *Crinoïdes,* dans la faune seconde et un remarquable polypier du genre *Petraia ?* au sommet des schistes ardoisiers. Dans la faune troisième, nous constatons l'existence de trois espèces de *Favosites.* Les *Cystidées,* si abondantes dans quelques parties du bassin, manquent dans celle que nous considérons.

Végétaux. — Le grès armoricain reçoit son caractère le plus tranché de diverses formes attribuées à des algues. Il existe aussi divers fucoïdes dans le schiste ardoisier et dans la faune troisième, malheureusement ils sont mal conservés; mais la localité de Sion nous a offert une remarquable espèce, qui paraît appartenir au genre *Buthotrephis, Hall.*

IX. — FAUNE SILURIENNE DE LA SARTHE.

Comme point de comparaison avec la région méridionale de notre bassin, nous croyons utile de donner la liste des espèces découvertes dans la Sarthe, jusqu'à ce jour, à notre connaissance. Ce département est le seul qui ait été étudié en détail et dont les fossiles siluriens aient pu être énumérés. Ce résultat est dû aux recherches de M. Guil-

lier, qui a rectifié la coupe donnée par la Société géologique, lors de la réunion au Mans en 1850. Les fossiles qu'il a découverts ont déjà été cités dans divers travaux publiés avec la collaboration de l'un de nous (1). Quelques additions sont dues aux communications de M. l'abbé Davoust, curé de Brûlon, de M. Crié, de Sillé-le-Guillaume, et de M. Letellier, d'Alençon.

Nous aurons aussi beaucoup d'espèces à porter sur notre liste de la faune silurienne du Bas-Maine, quand nous publierons notre étude des couches d'*Andouillé* (Mayenne); nous nous bornons pour cette fois à indiquer quelques espèces de la Sarthe qui se retrouvent dans cette localité dans les schistes ardoisiers à *Homanolotus rarus,* Cord.; *Dalmanites incerta,* Desl. sp.; *Acidaspis Buchi,* Barr.; *Beyrichia Bussacensis,* Jones, etc.

Les autres localités fossilifères sont : les ardoisières de *Saint-Léonard-des-Bois* et les couches inférieures qui appartiennent au grès armoricain ; les minières de fer de *Saint-Victeur* et de *Fyé*, qui ont fourni quelques trilobites ; les schistes ampéliteux des Bouillères en *Saint-Aubin-de-Locquenay*, qui appartiennent à la zone Graptolithus colonus, et où Cardiola interrupta ne se rencontre pas ; les schistes ampéliteux qui se trouvent entre Parennes et *Neuvillette;* la *Côte-du-Creux,* entre Saint-Denis-d'Orques et Chemiré-en-Charnie, où les fossiles sont remarquables par leur nombre et leur bon état de conservation,— cette localité est située sur le prolongement E. S.-E. des couches d'Andouillé ; — les grès rouges à bilobites de la forge de *Chemiré-en-Charnie* et les couches à sphéroïdes d'argile siliceuse à faune troisième silurienne qui se trouvent non loin de là, — ces sphéroïdes sont très-analogues à ceux que nous signalons dans la Loire-Inférieure, ils ne renferment pas de calcaire ; dans les deux pays, les fossiles les plus abondants sont des ostracodes ; — enfin les calcaires noirs ampéliteux de *Saint-Jean-sur-Erve,* cette dernière localité est située dans le département de la Mayenne, sur le prolongement des couches de Chemiré. Les schistes de Parennes, où tous les auteurs citent Calymene Tristani, paraissent complétement azoïques et occupent une position très-différente de celle des couches qui renferment ce fossile.

La deuxième colonne de notre tableau indique les numéros que portent les espèces dans les listes précédemment données par l'un de nous, auxquelles le lecteur pourra se reporter. Les lettres italiques permettent de reconnaître les espèces communes avec le Maine-et-Loire,

(1) Faune seconde silurienne entre Saint-Denis-d'Orques et Chemiré en Charnie, par M. Albert Guillier : *Bull. Soc. Agriculture, Sciences et Arts de la Sarthe,* t. XIX. p. 69, 1867. — Note additionnelle, t. XXI, p. 633, 1873. — Note sur le terrain silurien de la Sarthe, par MM. Guillier et de Tromelin, t. XXII, p. 581, 1874.

le S. de la Mayenne, la Loire-Inférieure et le Morbihan. On voit que, sur 88 espèces déterminées dans la Sarthe, il y en a 39, c'est-à-dire moins de la moitié, qui sont représentées dans la région que nous avons étudiée dans ce travail. Le chiffre de 88 esp. paraît minime par rapport aux 130 de cette partie de la Bretagne, mais il est plus considérable par rapport à la faible étendue occupée par le terrain silurien dans la Sarthe et au nombre moindre des localités.

X. — ADDITION RELATIVE AUX TERRAINS TERTIAIRES ET QUATERNAIRES, PAR M. G. DE TROMELIN.

J'ai à signaler un horizon fossilifère, inconnu jusqu'à ce jour, dans le terrain tertiaire du N.-O. de la France. Tous les géologues ont remarqué des dépôts très-épais de grès et de poudingues qui occupent à la surface du sol de très-vastes étendues dans la Bretagne, le Maine et l'Anjou. Cette formation couvre près d'un tiers de la superficie du département de la Loire-Inférieure : elle s'y présente généralement sous forme d'agglomérations de cailloux de quartz, plus ou moins réguliers, de la grosseur d'une noisette, réunis par un ciment ferrugineux et appelés *renards* dans le pays ; mais très-souvent aussi les grains de quartz sont d'une très-grande ténuité et se distinguent difficilement de la pâte siliceuse qui les enveloppe ; quelquefois, cette roche constitue des minerais de fer qu'il ne faut pas confondre avec ceux du terrain silurien. Elle est supérieure aux faluns de la Basse-Loire par sa position géologique, mais elle a été largement remaniée par place à l'époque quaternaire. Aucun fossile n'y était connu, si ce n'est des spongiaires roulés dérivés du terrain crétacé de Touvois et de Commequiers ; cependant Boblaye y avait signalé « des troncs d'arbres passés à l'état de fer oxydé hydraté » aux environs de Pontivy (Morbihan). Pendant l'été de 1868, lors du creusement des fondations de la nouvelle église de Montbert, bourg situé près des limites du département de la Vendée, j'ai remarqué un grand nombre d'empreintes végétales dans les déblais extraits du sous-sol. Ces empreintes sont dans un grès d'une très-grande finesse, couleur lilas passant à une argile blanche siliceuse à la surface ; le dépôt qui les contient n'a pas plus de 20 centimètres d'épaisseur et il est subordonné aux couches de poudingue à grains fins. Malheureusement ces traces de végétaux sont assez mal conservées, cependant on a cru y reconnaître des feuilles de *Nerium* ou autre apocymée, de *Podocarpus,* des fruits de *Stellaria* et de *Callitrix,* etc. Quoique ces empreintes

soient abondantes et quel qu'ait été le soin que j'ai apporté à les recueillir, M. de Saporta m'a déclaré qu'aucune n'était assez bien caractérisée pour être déterminée spécifiquement, mais une heureuse découverte peut en faire rencontrer de mieux conservées qui permettraient de fixer l'âge de cette formation, dont l'âge géologique est un peu hypothétique. En tout cas, cette flore diffère beaucoup de celle du grès à *Flabellaria* de l'Anjou, et son facies général semble indiquer un âge mio-pliocène. Dubuisson avait signalé des troncs d'arbres agatisés dans l'argile de Saffré ; j'ai aussi trouvé des restes de bois de palmiers et des graines de *Chara* dans la marne d'eau douce éocène de Campbon, supérieure au calcaire marin, c'est-à-dire occupant la même position qu'à Saffré. Ces fossiles et ceux de Montbert sont les seuls restes de végétaux qu'aient fournis les terrains tertiaires de la Loire-Inférieure.

J'ai trouvé, le 6 juin 1870, un *silex taillé* dans la vigne de la Bouvardière, à trois kilomètres de Nantes, route de Vannes, sur la rive gauche de la vallée de la Chésine, non loin de l'endroit où une tranchée a été ouverte pour la recherche du filon plombifère du Chêne-Vert. Cet objet étant le seul de cette nature qui, à ma connaissance, ait été trouvé dans la Loire-Inférieure, j'ai cru devoir le signaler. Je ne saurais décider s'il provient positivement du diluvium qui s'étend assez haut sur les berges escarpées de la Chésine, l'ayant rencontré à la surface du sol, où il a pu être ramené par des causes accidentelles. Il ressemble beaucoup à ceux que j'ai recueillis autrefois dans la localité classique de Pontlevoy : la face inférieure est légèrement conchoïdale, la face supérieure présente quatre pans dont les arêtes sont un peu incurvées. Toute la surface est recouverte d'une couche de cacholong blanc qui témoigne de son antiquité. J'ai rencontré dans la même localité un *nucleus* présentant le même aspect. D'après la nature pétrographique de ces silex, je ne doute pas qu'ils ne proviennent de la craie turonienne.

Le travail que nous venons de présenter a pour objet principal la paléontologie du terrain silurien de la Loire-Inférieure, mais nous ne considérons cet *Essai* que comme une première ébauche ; nous avons à le compléter en ce qui concerne le calcaire d'Erbray. Il est à désirer que les géologues nantais achèvent l'étude du terrain dévonien et du terrain anthraxifère de la Basse-Loire, sur lesquels on a déjà de remarquables travaux (1) ; — du terrain crétacé de Touvois,

(1) Viquesnel : Sur le terrain à combustible exploité à Mouzeil et à Montrelais, B. S. G. F. 2e s. T. I, p. 70, 1843 ; observations de MM. Rivière, Durocher, Bertrand-Geslin, Raulin. — Bureau : Sur l'existence du dévonien supérieur en Bretagne, id., XVI, p. 862, 1859, — Sur l'existence de trois étages distincts dans le terrain dévonien de la Basse-Loire, id., XVII, p. 789, 1860. — Sur le terrain dévonien de la Basse-Loire, id., XVIII, p. 337, 1861.

de Commequiers et de Palluau (1), où non-seulement l'étage cénomanien mais les étages turonien et sénorien paraissent représentés, l'isolement de ce bassin le rendant très-intéressant pour la science ; — et surtout celle des lambeaux tertiaires éocènes, oligocènes, miocènes et pliocènes, et du terrain quaternaire, en établissant leurs liaisons avec ceux de la Vendée, de l'Anjou et de l'Ille-et-Vilaine ; ce dernier travail est depuis longtemps attendu, car il reste à compléter et à coordonner les observations de M. Rivière, de Cailliaud, de d'Archiac et de M. Matheron (2).

Nous espérons qu'en ce qui concerne les terrains paléozoïques nos efforts ne seront pas inutiles, et qu'après diverses études préliminaires, telles que celle-ci, il nous sera possible d'en publier un jour la monographie complète ; cependant la tâche est bien considérable quand nous considérons la vaste surface qu'il est nécessaire d'explorer avec soin, mais après quinze années de recherches nous avons pu réunir, chacun de notre côté, beaucoup de fossiles de l'Ille-et-Vilaine, du Bas-Maine, de la Basse-Normandie et du Finistère. Notre intention est d'en entreprendre successivement la description et certaines parties de nos travaux sont déjà très-avancées.

M. L'ABBÉ GODEFROY

Professeur de sciences au petit séminaire de la Chapelle.

SUR DES SILEX TAILLÉS DE LA POINTE DE SAINT-MARC (LOIRE-INFÉRIEURE)

— Séance du 23 avril 1876. —

Il y a deux ans, je rencontrai pour la première fois des silex taillés, dans la Loire-Inférieure; c'était à 8 kilomètres de Saint-Nazaire, sur la pointe de Saint-Marc.

En cet endroit, la côte, formée exclusivement de granit, est très-haute, et taillée à pic. Sur le point le plus élevé et le plus avancé au large, on peut remarquer un

(1) Bertrand-Geslin : Notice géognostique sur l'île de Noirmoutiers, Mém. S. G. F. T. I, 1834. — Rivière : Sur le terrain crétacé de la Vendée. B. S. G. F. 1re s. T. XI, p. 330, 1840.

(2) Rivière : Sur les terrains paléothériques de la Vendée, id., p. 295, 1840. — Cailliaud : Sur les terrains tertiaires inférieurs de la Loire-Inférieure. B. S. G. F. 2e s. T. XIII, p. 30, 1856. — D'Archiac : Etude sur les formations crétacés des versants S. O., N. et N. O. du plateau central, 2e part. Mém. S. G. F. 1re part 1846. — Histoire des progrès de la géologie, T. II, 2e p. 1849. — Sur les fossiles recueillis par M. de Boissy à l'Ilot-du-Four, près du Croisic. B. S. G. F. 2e s. T. XVIII, p. 666, 1862. — Matheron : Note sur les dépôts tertiaires des env. de Blaye, etc., et sur leurs rapports avec les lambeaux tertiaires des env. de Nantes. B. S. G. F. 2e s. T. XXIV, p. 198, 1867.

petit monticule qui a la forme d'un cône régulier. Lorsqu'on est au sommet, on s'aperçoit qu'il est parsemé sur toute son étendue de gros blocs granitiques formant une série d'enceintes.

C'est au pied de cette butte que je rencontrai à plusieurs reprises des silex taillés dont plusieurs étaient craquelés et par conséquent avaient subi l'action du feu.

J'ai beaucoup étudié les silex de Pont-Levoy, décrits par M. l'abbé Bourgeois: j'en possède même un grand nombre, je suis donc à même d'affirmer que ceux de Saint-Marc, bien que plus petits, sont identiques de taille et surtout de matière; celle-ci est un silex roux, semi-translucide, que l'on trouve dans la craie du Loir-et-Cher.

Depuis, j'ai retrouvé quelques petits silex dans la butte ou dolmen de Dissignac (Loire-Inférieure), sur lequel j'ai fait, il y a un an, un article dans le journal *La Nature*. Ces silex sont fort grossièrement taillés, il est vrai, mais leur présence seule est un fait assez curieux pour qu'il puisse être noté.

Je dois ajouter qu'il y a quelques années, M. Cailliaud, ancien directeur du Muséum, m'a montré un silex taillé qu'il croyait avoir été trouvé dans la Loire-Inférieure, malheureusement il n'était pas certain de son authenticité.

Depuis la clôture du congrès, j'ai encore découvert des silex taillés dans deux autres localités situées dans les environs de Saint-Nazaire.

M. NIVOIT

Ingénieur des Mines, à Mézières.

SUR LES PHOSPHATES DE CHAUX DU TERRAIN CRÉTACÉ DANS LE NORD DE LA FRANCE ET LA BELGIQUE

— Séance du 23 août 1875. —

Parmi les grandes régions agricoles de la France, la Bretagne est une des premières qui aient fait usage des phosphates de chaux fossiles des Ardennes et de la Meuse. Je crois donc qu'il n'est pas sans intérêt de donner ici quelques indications sur cette précieuse substance, dont l'utilisation constitue un des plus remarquables progrès qu'ait réalisés la science agronomique dans ces dernières années. Il y aurait beaucoup à dire sur cette importante question; je me bornerai, dans la présente note, à examiner rapidement les conditions des gisements et les méthodes d'exploitation, et je laisserai de côté le mode d'emploi en agriculture, qui sera traité avec une haute compétence par des agronomes autorisés. D'ailleurs, les pays qui produisent les phosphates n'en consomment encore que de trop faibles quantités pour que je puisse vous apporter des faits réellement significatifs.

Le phosphate de chaux fait partie intégrante d'une foule de roches, soit éruptives, soit sédimentaires. Mais c'est surtout dans les roches du terrain crétacé qu'on le rencontre avec la plus grande abondance.

Après être resté longtemps inaperçu, à cause de son état terreux qui n'offre rien de spécial, il est maintenant connu, dans ce terrain, à cinq niveaux géologiques bien distincts, que je vais passer en revue.

1° *Sables verts.* Cet étage se subdivise, dans les Ardennes et la Meuse, en deux sous-étages. Le premier, *Sables verts proprement dits,* dont l'épaisseur varie de quelques mètres à 15 mètres, consiste en sables plus ou moins argileux, colorés en vert par des grains de *glauconie.* Le second, ou *gault,* est une argile plastique généralement gris pâle ou gris verdâtre, dont l'épaisseur peut atteindre jusqu'à 25 mètres.

A la base des sables verts est une couche de nodules, connus depuis longtemps par les habitants du pays, qui leur donnent le nom de *coquins.* L'aspect sous lequel ils se présentent le plus habituellement est celui de rognons arrondis, lisses ou mamelonnés, dont la grosseur varie de celle d'une noix à celle du poing; ils sont compactes, grisâtres ou brun verdâtre à la surface, brun foncé ou noirâtres à l'intérieur, et donnent fréquemment à la cassure des reflets violacés, métalliques.

Tantôt, et c'est là le cas le plus fréquent, ces rognons sont isolés dans le sable; tantôt (cantons de Clermont et de Varennes), ils sont soudés plus ou moins solidement et forment une sorte de conglomérat. Dans le canton de Vaubecourt, le phosphate de chaux, au lieu d'être en rognons isolés ou agglutinés, constitue même une masse continue, dans les interstices de laquelle pénètre un sable vert argileux très-foncé, qui, par la dessiccation, acquiert une assez grande dureté.

En un grand nombre de points, les nodules sont accompagnés par des coquillages parfaitement conservés et offrent parfois des reflets irisés et nacrés. On trouve aussi des fragments de bois avec sillons de tarets, des fruits de conifères, des dents de squales, des crustacés, des fragments d'os de poissons ou de sauriens, etc. Ces fossiles, qui ont la même composition chimique que les nodules, sont libres ou empâtés par ceux-ci.

Les nodules sont rarement homogènes. Ils sont souvent pénétrés, surtout dans la partie périphérique, par de gros grains de quartz, du sable vert, de la glauconie; parfois ils sont traversés par des veinules ou des cristaux isolés de pyrite ou de gypse, plus rarement de galène. Des rognons de pyrite, de gros cristaux de gypse, des boules d'ocre, des géodes ou des grains de minerai leur sont fréquemment mêlés. Ainsi, par exemple, à Beurey, les nodules ne sont pas autre chose qu'une sorte de grès grossier, quartzeux, à ciment noirâtre de phosphate; à Raré-

court, on trouve dans quelques exploitations, au dessus de la couche de nodules, des géodes de minerai de fer analogues à celles du terrain néocomien ; à Villotte-devant-Louppy et à Louppy-le-Château, de grandes plaquettes de gypse s'étendent au milieu de la couche, qu'elles divisent en deux parties, de même qu'au toit, etc.

L'épaisseur de la couche est assez variable. Elle descend rarement au dessous de 5 centim., et ne s'élève guère au dessus de 25 centim., la moyenne peut être évaluée à 18 centim.

En dehors de cette couche régulière, qui ne fait jamais défaut, les sables verts présentent encore des nodules disséminés à différents niveaux, mais sans régularité et de dimensions généralement faibles. Dans le bois de Tronsol, ils sont mêlés au minerai de fer ; quelquefois même (les Islettes, Auzéville, Barricourt), on les voit tout à la base de la formation, une moitié dans les sables verts, l'autre moitié enchâssée dans le calcaire sous-jacent, ou formant de larges plaquettes noirâtres collées sur ce calcaire.

Quant au gault, les nodules n'y forment pas de couches exploitables. Ils sont plus compactes et plus homogènes que ceux des sables verts. Les coquilles métamorphosées en phosphate sont assez nombreuses et bien conservées ; le bois fossile y est compacte et résistant, tandis que celui des sables verts est généralement fibreux et friable.

Dans bien des cas, les sables verts ont été remaniés par une action postérieure à leur formation. Ce remaniement a parfois atteint la couche de phosphate de chaux, qui ne se présente plus alors avec le même caractère de régularité, et dans laquelle les nodules sont arrondis par le balancement auquel ils ont été soumis. Ailleurs (vallée de l'Aire), les sables verts ont glissé, entraînant avec eux la couche de nodules, qui paraît s'être un peu amincie. Enfin l'allure de la couche a été affectée en quelques points par des failles.

2° *Gaize.* La gaize, qui constitue le vaste massif montagneux et boisé connu sous le nom d'*Argonne,* est un dépôt lenticulaire, intercalé entre l'argile du gault et les marnes crayeuses, dont la puissance maximum est de 105 mètres (environs d'Autry), et qui se termine en biseau au nord, près d'Attigny, de même qu'au sud, vers Nettancourt. Au point de vue minéralogique, c'est une roche tendre, très-légère, siliceuse et argileuse, caractérisée par une forte proportion de silice gélatineuse, soluble dans les alcalis (jusqu'à 55 p. %.)

La couche de nodules de la gaize, quoique moins explorée, paraît assez régulière. Elle se trouve à une quinzaine de mètres au dessus de la base de la formation ; son épaisseur varie de 5 à 30 centim., mais la moyenne semble être seulement de 12 centim.

De même que les nodules du gault, les nodules de la gaize sont beau-

coup plus homogènes que ceux des sables verts. Quelquefois cependant, quand on les casse, on remarque au centre une matière blanche, qui n'est autre chose que de la gaize englobée par le phosphate de chaux; le phosphate peut même se réduire à un enduit très-mince, de moins d'un millim. d'épaisseur.

Ces nodules sont presque toujours à surface lisse, de couleur vert foncé ou noirâtre. Les fossiles qui les accompagnent sont nombreux et bien conservés.

De même que la couche de phosphate des sables verts, celle de la gaize a été affectée par divers mouvements. Ainsi, au pied du massif gaizeux, la roche a presque toujours glissé et a formé des éboulements qui masquent en partie l'argile du gault ; au lieu de se présenter à peu près horizontale et avec une épaisseur régulière, la couche suit jusqu'à un certain point les ondulations de la surface ; tantôt elle se renfle, tantôt elle s'amincit ou se perd même quelquefois. C'est ce qui a pu faire croire à l'irrégularité de cette couche ; mais partout où l'exploitation a franchi les éboulis superficiels pour atteindre la roche en place, on n'a pas constaté de variations sensibles dans son allure.

3° *Marnes crayeuses.* Dans l'arrondissement de Vouziers, les marnes crayeuses commencent par des sables glauconieux, qui recouvrent immédiatement la gaize, et dans lesquels on trouve de nombreux nodules phosphatés. Ces nodules ressemblent beaucoup à ceux des sables verts; ils sont, en général, plus noirs et se délitent avec une plus grande facilité à l'air.

4° *Craie blanche.* A la base de la craie blanche de l'arrondissement de Rethel, est une couche de nodules qui n'a encore été signalée qu'en un point, à la tête du tunnel de Perthes (chemin de fer de Soissons à Charleville.) Ces nodules diffèrent complétement des précédents, tant par leur aspect extérieur que par leur composition. Ils sont, en effet, blanc grisâtre ou gris pâle, homogènes, et consistent essentiellement en un mélange intime de phosphate et de carbonate de chaux.

5° *Craie de Maëstricht.* Cet étage n'existe pas dans le nord de la France. Dans le Hainaut belge, il se subdivise en trois sous-étages : *craie grise, poudingue de Ciply* et *craie tufeau de Maëstricht.*

Le poudingue est formé surtout par des nodules phosphatés de couleur brunâtre, de grosseur variant de celle d'un pois à celle du poing, dont la surface est irrégulière, quelquefois perforée, et qui sont cimentés par une pâte calcaire, de dureté variable ; tantôt ils sont complétement empâtés, tantôt on les dégage assez bien de la masse. L'épaisseur du poudingue est assez variable; elle est, en moyenne, de 0^m, 60, et dépasse rarement 1 mèt. 50. Il forme quelquefois deux et même plusieurs couches distinctes, dont l'allure n'est pas toujours régulière. Ces no-

dules présentent une remarquable similitude d'aspect et de composition chimique avec ceux de la craie blanche.

La craie grise, sur laquelle repose parfois le poudingue de Ciply, a une puissance très-variable: elle fait même souvent défaut, et alors le poudingue et le tufeau sont placés directement sur la craie blanche. Dans les environs de Ciply, son épaisseur maximum est de 30 mètres. Elle est d'une texture grossière, friable, et se désagrége facilement, sauf à la partie supérieure et à la partie inférieure, où elle devient compacte et tenace. Elle contient de petits grains bruns, du volume d'une petite tête d'épingle, qui ne sont autre chose qu'un mélange de phosphate et de carbonate de chaux, d'une constitution analogue à celle des nodules du poudingue. La proportion moyenne de ces grains, dans la masse, est de 75 p. %.

D'après ce qui précède, on voit que l'on peut répartir les phosphates fossiles du terrain crétacé en deux groupes : 1° ceux de la partie sableuse et argileuse de ce terrain (sables verts, gaize, base de la marne crayeuse) ; 2° ceux de la partie calcaire (craie blanche, craie de Maëstricht). Cette distinction est motivée par les caractères minéralogiques et par la composition chimique.

Voici quelle est la composition des phosphates du second groupe :

	(1)	(2)	(3)
Perte par calcination.....	25.10	25.55	31.00
Sable et argile.....	1.65	1.30	2.10
Oxyde de fer.....	1 20	0.90	1.10
Chaux.....	50.89	51.60	54.00
Acide phosphorique.....	21 10	20.35	11.13
Acide sulfurique	»	0.12	»
Chlore.....	0.14	0.25	»
Fluor.....	»	0.18	»
	100.08	100.25	99.33
Phosphate de chaux tribasique correspondant..	46 06	44.42	24.30
Azote..... ...	0.25	0.35	»

(1) Nodules de Perthes.
(2) Nodules du poudingue de Ciply.
(3) Craie grise.

Une partie de l'azote est à l'état de sel ammoniacal ; car si l'on chauffe la matière avec une solution alcaline et que l'on approche une baguette de verre imbibée d'acide chlorhydrique, il se forme une épaisse fumée blanche de chlorhydrate d'ammoniaque.

Malgré leur assez forte teneur en acide phosphorique, ces nodules n'ont pas encore reçu d'application, jusqu'à présent du moins.

Le gisement de la craie blanche n'a été constaté, comme je l'ai dit plus haut, que sur un seul point. Des recherches attentives le feraient sans doute reconnaître en d'autres points, mais ces recherches sont encore à faire.

Le gisement de la craie grise est beaucoup mieux connu. D'après les calculs de MM. Cornet et Briart (*Bulletin de l'Académie royale de Belgique,* juin 1874) ; on peut estimer à 180 hectares environ la surface de la bande exploitable, dans les environs de Mons, et à 8 mètres l'épaisseur de craie phosphatée qu'on pourrait en enlever ; l'assise renfermerait donc, au dessus de la nappe d'eau souterraine, environ 14 1/2 millions de mètres cubes de roches en place.

Mais l'utilisation de ces phosphates présente de sérieuses difficultés, qui consistent principalement dans l'élimination totale ou partielle du carbonate de chaux, et qui n'ont pas encore été surmontées.

Dans ce qui va suivre, je ne m'occuperai plus que des nodules des sables verts, de la gaize et des marnes crayeuses, les seuls qui donnent lieu à une exploitation suivie.

PROPRIÉTÉS DES NODULES.

Les nodules ont une densité très-variable, de 1,80 à 2,90 ; la moyenne est de 2,70. Le poids d'un mètre cube de nodules bien nettoyés oscille entre 1,350 et 1,600 kil. ; ceux de la gaize sont les plus lourds.

Les nodules sont poreux, et, par conséquent, perméables aux liquides et aux gaz. Ils absorbent une proportion d'eau qui peut s'élever à 2,60 %, quand ils sont en fragments, et jusqu'à 70 %, quand ils sont en poudre fine.

La friabilité se modifie notablement avec l'exposition à l'air ; au bout de quelques mois, les nodules se désagrégent avec une plus grande facilité que quand ils sortent de la carrière. La même propriété se constate aussi dans les nodules fraîchement extraits qui se trouvent à une faible profondeur et qui ont été par conséquent soumis aux influences atmosphériques ; on peut expliquer ce phénomène par la décomposition de la matière organique qui entre dans la constitution des nodules.

Les nodules des marnes crayeuses sont de beaucoup les plus friables ; suivant l'expression des ouvriers, ils *fondent* à l'air. Si j'ajoute qu'ils ne forment pas une couche très-régulière, et que l'argile sableuse qui les englobe est très-difficile à détacher, on comprendra pourquoi ils sont exploités sur une plus faible échelle que ceux des sables verts et de la gaize et ne peuvent servir qu'à la fabrication de farines phosphatées de qualité inférieure.

COMPOSITION CHIMIQUE.

Les nodules sont formés essentiellement par du phosphate de chaux, du sable vert, de l'argile, un peu de carbonate de chaux, de l'oxyde de fer, dont une partie est combinée à l'acide phosphorique, et une matière organique. Ils contiennent accidentellement de la pyrite de fer, du sulfate de chaux, de la galène, de la magnésie et des traces de chlore et de fluor.

Je donne ci-dessous la composition chimique de six échantillons de diverses provenances :

	4	5	6	7	8	9
Perte par calcination.....	15 »	9.60	10.50	8 »	7.20	16.20
Sable et argile.....	27.98	23.80	31.03	39.80	13.50	26.30
Acide phosphorique.....	18.72	22.03	18.78	16.30	31 »	18 »
Acide sulfurique.....	»	2.12	0.89	0.92	1. »	»
Oxyde de fer.....	4.30	11.30	15.65	10.60	7.50	12.15
Chaux.....	31 »	29.33	20.80	22 »	38.50	27.35
Magnésie.....	2.10	traces	traces	0.89	»	»
Perte et matières non dosées..	0.90	1.82	2.35	1 49	1.30	»
	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »	100 »

(4) Nodules des sables verts de Islettes.
(5) — — de Louppy-le-Château.
(6) — — d'Andernay.
(7) — — de Beurey.
(8) Nodules de la gaize de Grandpré.
(9) Nodules des marnes crayeuses de Sainte-Marie.

Comme dans les nodules crayeux, la matière organique est azotée, et une partie de l'azote est à l'état de combinaison ammoniacale. J'ai constaté que les échantillons 4 et 6 contiennent respectivement 0,4 et 0,3 % d'azote. Cette proportion a son importance, et elle ne doit pas être négligée dans l'évaluation de la valeur agricole des phosphates fossiles.

Il faut aussi tenir compte de la potasse contenue dans la glauconie, qui accompagne toujours les nodules, en plus ou moins forte proportion. Quoique cet alcali soit engagé dans une combinaison silicatée, la glauconie est assez facilement décomposable pour qu'il puisse agir sur la végétation. J'ai dosé 0,60 % de potasse dans l'échantillon n° 4 ; M. Wolf, directeur de la station agronomique de Hohenheim, en signale jusqu'à 1 % dans certains échantillons.

La teneur en acide phosphorique présente de très-grands écarts, ainsi qu'il résulte des nombreuses analyses qui ont été publiées et de celles

que j'ai faites ; elle varie non-seulement d'une localité à l'autre, mais encore d'un point à l'autre de la même carrière. Dans la couche des sables verts, elle peut descendre à 4,03 %, soit 8,80 de phosphate de chaux tribasique, et s'élever jusqu'à 23,15 (50,54 de phosphate de chaux). Les nodules de gaize, qui sont beaucoup plus riches, renferment de 18,05 à 31 % d'acide phosphorique (40,71 à 67,67 de phosphate tribasique correspondant).

On peut admettre que la richesse moyenne des nodules des sables verts est de 18 % d'acide phosphorique, soit 39 % de phosphate, et celle des nodules de la gaize de 25 % d'acide phosphorique, soit 55 % de phosphate.

RELATIONS ENTRE LA RICHESSE ET LES CARACTÈRES GÉOLOGIQUES OU MINÉRALOGIQUES.

Ici une question se présente tout naturellement à l'esprit : on est conduit à se demander si la richesse des phosphates fossiles est liée à quelques caractères géologiques ou minéralogiques. Il n'est pas possible de répondre d'une manière précise à cette question ; tout ce que l'on sait se résume dans les observations suivantes :

1° En général, les nodules sont d'autant plus riches qu'ils sont plus homogènes et plus denses ;

2° L'homogénéité, et par suite la richesse des nodules, est en rapport avec la nature minéralogique du milieu dans lequel ils se trouvent. Ainsi les nodules de la gaize et du gault sont plus homogènes que ceux des sables verts ; ainsi encore, les nodules contenus dans les sables argileux de Louppy et de Vilotte sont plus homogènes que ceux des sables à gros grains de Clermont en Argonne ;

3° Les nodules ramassés à la surface du sol, et ceux qui sont extraits à une faible profondeur, quand la couche argileuse du gault manque, sont généralement plus pauvres que ceux qui proviennent d'une grande profondeur. Cela tient sans doute à ce que, sous l'influence des agents atmosphériques, et notamment d'eaux chargées d'acide carbonique ou de matières organiques dissolvantes, ils ont perdu une partie de leur phosphate.

ORIGINE DES NODULES.

Je n'aborderai pas ici l'exposé des diverses théories qui ont été émises pour expliquer une aussi énorme accumulation de rognons phosphatés au milieu de terrains qui n'en contiennent pas de trace. Je dirai simplement qu'en présence des faits observés dans le nord de la France, la théorie la plus plausible paraît être celle qui consiste à ad-

mettre que des eaux chargées de phosphate de chaux ont pénétré certaines couches, pendant que ces couches étaient encore molles, ou même pendant qu'elles se déposaient, et que le phosphate s'est précipité ou concrétionné, en donnant lieu à des rognons de formes diverses, analogues aux rognons siliceux répandus dans certains calcaires. Les nodules ne sont autre chose que des portions des terrains qui les englobent, agglomérées par un ciment phosphaté ; ainsi les nodules des sables verts renferment de l'argile, du sable vert, des grains de glauconie et de minerai de fer ; ceux de la gaize sont plus homogènes et présentent quelquefois des fragments de gaize empâtés ; ceux de la craie sont très-riches en carbonate de chaux.

Quant au phosphate de chaux servant de matière agglutinante, il a pu être amené par des sources, ou emprunté à des débris de matière animale formant dans le voisinage de vastes dépôts. L'analogie que présente la composition des nodules avec celle des os, abstraction faite des matières provenant de la roche encaissante, et la présence d'une substance organique azotée, donnent une grande force à cette dernière hypothèse.

EXTRACTION DES NODULES.

J'arrive maintenant à l'exploitation des nodules. L'extraction se fait à ciel ouvert, ou par travaux souterrains consistant simplement en petits puits avec galeries de 10 à 12 mètres de longueur maximum.

Quand les ouvriers sont surveillés de près par les maîtres mineurs, le travail par puits ne présente pas plus de danger que le travail à ciel ouvert. C'est donc exclusivement le prix de revient qui doit guider dans le choix de l'un ou de l'autre système, à moins de circonstances tout à fait spéciales.

Surveillance plus facile et partant moins coûteuse, exploitation plus complète du gisement, suppression du prix de boisage, d'éclairage et d'aérage, meilleures conditions hygiéniques, gaspillage moindre, tels sont les principaux avantages que le procédé d'extraction à ciel ouvert présente sur l'autre système. Les inconvénients sont : la dépense nécessitée par l'enlèvement des terres, et des frais plus élevés pour l'acquisition des terrains ou du droit d'exploitation.

Dans chaque cas particulier, il faut donc mettre en balance les avantages propres à chaque système. Ainsi, dans les forêts ou dans les sols d'une grande valeur, il est plus avantageux d'extraire par travaux souterrains, même à une faible profondeur ; dans les terres peu consistantes, dans les sables non recouverts de gault, dans la gaize désagrégée et remaniée, il est au contraire plus économique d'extraire à ciel ouvert, même à une profondeur assez grande. Il n'est pas possible de fixer de règle absolue ; toutefois on peut dire que la limite jusqu'à laquelle on

peut exploiter dans de bonnes conditions à ciel ouvert est en général de 4 mètres dans les sables verts et de 6 mètres dans la gaize.

L'exploitation des nodules ne s'étant guère étendue jusqu'à présent que sur les affleurements peu accidentés des sables verts, en des points où la couche n'est pas à plus de 8 ou 10 mètres de profondeur au dessous du sol, on conçoit que le système d'extraction par petits puits ait pu suffire. En présence de la grande division de la propriété et de la faible étendue des parcelles, ce système est même le seul qui puisse être suivi dans un grand nombre de communes.

Lorsqu'on dispose d'une grande étendue de terrain et que le relief accidenté du sol ne se prête pas au creusement de puits d'une durée aussi éphémère et d'une installation aussi sommaire, il est plus avantageux d'exploiter les nodules par de grands travaux analogues à ceux des mines. C'est d'ailleurs ce qui a été tenté tout récemment aux Islettes et à Villotte-devant-Louppy.

Dans cette première commune, on a attaqué le gîte par une galerie principale, à flanc de coteau, qui a déjà plus de 120 mètres de longueur et sur laquelle s'embranchent des galeries secondaires. A Villotte, une surface d'environ 100 hectares doit être exploitée par un seul puits de 2 mètres 50 de côté, qui a rencontré la couche à une profondeur de 33 mètres.

PRÉPARATION DES NODULES.

Les nodules, quand ils viennent d'être extraits, sont mêlés d'une grande quantité de sable plus ou moins argileux. Pour les en débarrasser, on les jette d'abord sur une claie, puis on achève le nettoyage par un lavage à l'eau courante. Ils se réduisent ainsi à $\frac{1}{2}$ ou $\frac{1}{3}$ de leur volume primitif.

Mais le lavage n'est pas toujours praticable et on s'en dispense dans certains pays, notamment à cause des difficultés que l'on rencontre dans l'établissement des lavoirs. On le remplace par plusieurs passages à la claie, effectués chacun après une exposition à l'air, qui a pour but de sécher les sables argileux et de les rendre plus faciles à détacher. Cette opération porte le nom de *fanage,* parce que les nodules sont étendus et retournés comme le foin que l'on fait sécher.

Les nodules soumis à ce nettoyage imparfait retiennent encore de 10 à 15 °/₀, et quelquefois plus, de matières étrangères.

Après le nettoyage vient la pulvérisation. Les phosphates sont préalablement soumis à l'action d'un concasseur, qui les brise en fragments de la grosseur maximum d'une petite noix. Ils passent ensuite dans des meules, entièrement semblables à celles qui servent à la mouture du blé, qui les réduisent en une poudre plus ou moins fine. Avec des meules de 1^{m} 60 de diamètre et une force de 12 à 15 chevaux-vapeur,

on peut compter sur une fabrication moyenne, en 24 heures, de 75 quintaux d'une farine passant au tamis nº 50.

Les procédés de nettoyage et de pulvérisation des nodules appellent de nombreux perfectionnements ; il serait très-important pour l'agriculture d'obtenir des farines plus fines et plus riches que celles qu'on lui livre. Mais il ne faut pas se dissimuler que le problème de l'enrichissement n'est pas facile à résoudre, car, parmi les substances inertes qui accompagnent le phosphate de chaux, les unes, comme le carbonate de chaux, lui sont intimement mêlées, peut-être même combinées ; les autres, comme le sable et l'argile, ont un poids spécifique (2.70 à 2.80), qui se rapproche beaucoup du sien (3. 20), en sorte que les moyens de séparation basés sur les différences de densité auraient peu de chance de réussite. Quant à la ténuité de la poudre, on peut à la vérité l'obtenir aussi grande que l'on veut, mais c'est par des procédés qui sont encore trop coûteux.

DÉTAILS STATISTIQUES SUR LA PRODUCTION.

L'industrie des phosphates fossiles est actuellement exercée, dans les Ardennes et la Meuse, par une quarantaine d'exploitants, sans compter un certain nombre de petits propriétaires qui extraient eux-mêmes les nodules contenus dans leurs parcelles et les vendent à l'état brut à ces industriels.

L'exploitation s'étend pour ainsi dire d'une manière continue sur les affleurements des sables verts, dans 70 communes. Les nodules de gaize ne sont encore exploités que sur une échelle restreinte, dans une dizaine de communes. Quant aux nodules des marnes crayeuses, on ne les extrait qu'à Sainte-Marie, près de Vouziers.

Les trois centres d'exploitation les plus importants sont : le canton de Grandpré (Ardennes) ; le canton de Clermont (Meuse) ; Louppy-le-Château et Villotte (Meuse). C'est là aussi que la couche est la plus riche.

La production annuelle atteint le chiffre de 41,000 tonnes dans la Meuse, et de 25,000 tonnes dans les Ardennes, soit un total de 66,000 tonnes. Elle occupe en tout, tant à l'extraction qu'au fanage et au lavage, 1,530 ouvriers, qui reçoivent un salaire de 810,000 fr. ; sur ce chiffre de 1,530, 400 ouvriers sont employés dans des travaux souterrains. Ce sont en général les mêmes ouvriers qui procèdent au lavage des nodules, à une faible distance des carrières.

On voit par ces chiffres quels développements a acquis en peu de temps l'industrie des phosphates fossiles dans notre pays. Pour se faire une idée de l'importance des sommes que cette industrie met entre les mains de la population ouvrière, il faudrait encore tenir compte des

frais nécessités par le transport des nodules aux ateliers de lavage, de ces ateliers aux moulins de pulvérisation, et des moulins aux gares de chemin de fer, frais qui ne sont pas inférieurs à 280,000 francs.

PRIX DE REVIENT.

Le prix de revient varie, on le conçoit, avec une foule de circonstances. Je donnerai, comme premier exemple, celui d'un mètre cube de nodules de sables verts, pulvérisés, pesant 1,500 kil. pris au moulin des Islettes, parce qu'il représente assez bien la moyenne :

Indemnité de terrain.....	4f. »
Extraction (1m75 à 9 fr.).....	15 75
Transport au lavoir et du lavoir au moulin...	4 »
Lavage.....	2 50
Pulvérisation et mise en sacs.....	9 »
Expédition.....	1 75
Frais généraux de toutes sortes.....	5 »
Total.....	42f. »
Soit, pour une tonne.....	28 »

Pour les nodules de gaize, voici comment on peut établir le prix de revient du mètre cube de 1,600 kil. :

Indemnité de terrain.....	10f. »
Extraction	31 »
Transport au lavoir et du lavoir au moulin...	4 »
Lavage.....	5 »
Pulvérisation et mise en sacs.....	10 40
Expédition.....	2 50
Frais généraux de toutes sortes..... ...	5 »
Total.....	67f.90
Soit, pour une tonne.....	42.45

La valeur du sac n'est pas comprise dans ces prix ; elle est de 55 centimes par quintal métrique.

Les nodules des sables verts contiennent en moyenne, comme nous l'avons vu, 18 °/₀ d'acide phosphorique, et ceux de gaize 25 °/₀. Si l'on calcule la valeur de ces derniers d'après leur teneur et en prenant pour base le prix de revient des nodules des sables verts, on arrive à un prix de 39 fr. par 1,000 kil., chiffre inférieur à celui de 42 fr. 45 trouvé plus haut. Mais cette différence est plus que compensée par l'économie de transport résultant de la moins forte proportion de

matière inerte. Il est facile de voir, en effet, qu'à une distance de 61 kilom. le prix de revient du kil. d'acide phosphorique dans les nodules de gaize et dans ceux des sables verts s'égalise ; il y a par conséquent avantage à employer les premiers au delà de 61 kilom.

DÉTERMINATION DE LA RICHESSE DES NODULES.

Les nodules phosphatés présentent, je l'ai déjà dit bien des fois, une composition chimique très-variable. Comme leur pouvoir fertilisant, et par suite leur valeur vénale, est proportionnel à la teneur en acide phosphorique (toutes autres circonstances égales d'ailleurs), il est essentiel pour les cultivateurs de connaître exactement le titre des engrais qu'ils achètent, d'autant plus que certains fabricants peu scrupuleux broient à dessein des nodules mal nettoyés, ou ne craignent pas de mêler à la farine des matières inertes. Les cultivateurs ont d'ailleurs intérêt à employer des engrais aussi concentrés que possible, afin d'éviter le transport des matières inutiles.

Les fabricants honnêtes et les cultivateurs doivent admettre d'une façon absolue le principe de la vente sur teneur garantie d'acide phosphorique. Ce principe n'est pas contesté dans les Ardennes et la Meuse ; mais la manière dont on l'applique est des plus vicieuses. On détermine la richesse à l'aide d'un procédé, dit d'*analyse commerciale,* qui consiste à attaquer la poudre phosphatée par l'acide chlorhydrique étendu, à verser dans la liqueur filtrée un excès d'ammoniaque, à peser le précipité lavé, séché et calciné, et à considérer tout ce précipité comme du phosphate de chaux.

On ne saurait trop blâmer cette méthode défectueuse qui fait commettre les erreurs les plus grossières et les plus préjudiciables aux intérêts des cultivateurs, car, outre du phosphate de chaux et de fer, le précipité contient toujours de l'oxyde de fer, de l'alumine, de la silice et un peu de carbonate de chaux. Par l'application de ce procédé, on ouvre de plus la porte à la fraude, en donnant aux industriels malhonnêtes la faculté de mêler à la farine phosphatée des substances précipitables par l'ammoniaque. Or, on sait qu'en matière d'engrais, la fraude se pratique de la manière la plus éhontée.

Le dosage de l'acide phosphorique, quand on veut le faire très-exactement, est une des opérations les plus délicates de la chimie analytique. Heureusement il n'est pas nécessaire, pour les nodules, d'atteindre la précision scientifique, et il existe un procédé simple et rapide qui permet de donner, avec une approximation de $\frac{1}{4}$ %, la teneur en acide phosphorique. Ce procédé, connu de tous les chimistes, est basé sur l'emploi de l'acide citrique, et c'est celui que j'applique au laboratoire départemental de chimie de Mézières.

Pour me rendre compte de l'importance des erreurs auxquelles donne lieu la méthode d'analyse commerciale, j'ai fait un assez grand nombre d'essais comparatifs qui m'ont permis de reconnaître qu'elle fournit un excédant de 10 à 30 °/₀ du poids réel de phosphate tribasique, parfois même de 43 °/₀ dans certains nodules ferrugineux de Grandpré et de Sainte-Marie. M. Bobierre est arrivé de son côté à des résultats analogues. (*Annales agronomiques,* page 61.)

CUBAGE DES COUCHES.

Je terminerai enfin cette note par quelques chiffres qui permettront d'apprécier quelle est l'importance des gisements de phosphates fossiles dans la Meuse et les Ardennes.

Nous avons vu que la couche des sables verts a une épaisseur oscillant entre 5 et 25 centimètres, en moyenne 18 centim., ce qui correspond à un volume moyen par are de 18 mètres cubes en place. Les matières amenées au jour présentent à peu près le même volume ; car, si on laisse dans le fond des travaux de 20 à 25 °/₀ du sable argileux mêlé aux nodules, cette diminution est compensée par le foisonnement. La perte moyenne au criblage et au lavage étant de 1/2, on voit que le rendement par are est de 9 mètres cubes nets.

La superficie occupée par les affleurements des sables verts, dans le département de la Meuse, est de 36,800 hectares. Si l'on ajoute à cette superficie celle de la gaize, sous laquelle passent les sables verts, et celle de petits lambeaux d'alluvions qui les masquent en certains points, on trouve que la couche de nodules des sables verts s'étend sur une surface totale de 53,000 hectares, qui, à raison d'un rendement moyen de 9 mètres cubes par are, contient 47,700,000 mètres cubes de phosphates fossiles, soit 71,550,000 tonnes.

La couche de la gaize n'a pas plus de 12 centim. d'épaisseur moyenne, et la perte au lavage est assez notable. Aussi elle donne bien moins, à surface égale, que celle des sables verts. Elle n'a pas encore été reconnue sur une étendue assez grande pour que l'on puisse évaluer exactement le rendement moyen, qui sera sans doute plus élevé dans les roches en place que dans les éboulis. Admettons seulement une production de 35 hectolitres par are, nous aurons ainsi, pour une superficie de 14,200 hectares, une réserve minimum de 4,970,000 mètres cubes, soit, à 1,600 kil. le mètre cube, 7,952,000 tonnes.

Le sol du seul département de la Meuse renferme, par conséquent, en nombre rond, au moins 80 millions de tonnes de phosphates fossiles, dont les deux tiers peuvent être extraits à ciel ouvert ou par petits puits, et dont l'autre tiers devra être exploité par des travaux souterrains installés comme ceux des mines.

Je ne possède pas encore tous les éléments nécessaires pour me livrer aux mêmes calculs en ce qui concerne le département des Ardennes ; mais on arriverait certainement à des chiffres comparables à ceux-ci.

On peut donc être rassuré, à ce point de vue, sur l'avenir de l'industrie des phosphates dans les départements de la Meuse et des Ardennes ; ce ne sont pas les matières premières qui lui feront défaut. Les craintes motivées par le défaut d'écoulement des produits sont peut-être plus justifiées ; car, à plusieurs reprises déjà, la production s'est trouvée supérieure à la consommation, et les développements continus de l'exploitation dans diverses contrées, où l'on a découvert de plus riches gisements, créent une concurrence redoutable aux industriels de notre pays.

M. LORY

Doyen de la Faculté des Sciences de Grenoble.

LES GISEMENTS DE PHOSPHATES DU SUD-EST DE LA FRANCE

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 23 août 1875. —

M. LORY donne quelques détails sur les gisements de phosphates du sud-est de la France. A la Perte du Rhône, les sables verts sont remplacés par un poudingue pétri de fossiles phosphateux unis par un ciment peu phosphaté. Plus on s'avance vers le sud, plus les fossiles de cette couche sont roulés ; elle a été exploitée à Seyssel, près de Grenoble, et près de Saint-Paul-Trois-Châteaux. Dans l'Isère et dans la Drôme, on trouve un sixième niveau de phosphates crétacés ; c'est une petite couche glauconieuse, placée entre le valenginien et les marnes d'Hauterive, avec *Belemnites dilatatus* et *Bel. pistilliformis* ; ce niveau se retrouve jusqu'à Castellane et Nice.

M. LE Dr GARRIGOU

ÉTUDE D'UN CIMENT MÉTAMORPHISÉ PAR LA SOURCE BAYEN DE LUCHON

— Séance du 25 août 1875. —

Il y a déjà cinq ans environ, j'avais publié dans ma monographie des eaux de Luchon et à l'Académie des Sciences, une analyse comparative d'un ciment naturel, et de ce même ciment ayant séjourné pendant dix-huit ans dans la source Bayen de Luchon.

Ayant repris l'étude de ce dernier, il y a quelques mois à peine, j'ai constaté que la masse n'était pas homogène dans sa composition et j'ai voulu en faire une nouvelle analyse. Ce sont les résultats de cette deuxième étude que j'ai voulu communiquer à l'Association.

Qu'il me soit permis tout d'abord de rappeler les circonstances dans lesquelles cette expérience involontaire de métamorphisme a été produite.

Pendant que l'habile et savant ingénieur des mines M. J. François, terminait en 1852 les galeries de recherche des sources de Luchon, un ouvrier eut l'idée de jeter dans la source Bayen une masse de ciment, de la grosseur des deux poings, faite avec le ciment dont on tapissait les murs des galeries sur quelques points. Dans le courant de l'hiver de 1869, ce même ouvrier s'étant rappelé le fait, alla enlever le ciment qui avait séjourné pendant dix-huit ans dans cette source, à 64°, et me le porta.

L'adhérence sur le granit, d'où s'échappe l'eau Bayen, était complète, et se faisait au moyen d'un dépôt siliceux.

L'aspect d'un ciment naturel recouvrant encore les parois des galeries, à la rotonde dite de l'Enceinte, est jaune roussâtre et grenu, très-friable quand on le presse entre les doigts; les arêtes de la cassure ne sont nullement tranchantes.

Le ciment métamorphisé est mélangé à quelques fragments de schiste noir de la grosseur d'un grain de chènevis, qui se détachent nettement sur la masse de couleur bleue gris clair. La cassure de ce ciment est tranchante et brusque à la façon de celle d'un silex. La surface extérieure est raboteuse, gris bleu sale, avec de petites concrétions de silice et de chaux carbonatée.

Une deuxième masse de ciment non mélangé à des fragments de schiste, et ayant séjourné dans une autre source de Luchon pendant un temps aussi long que le précédent, vient de m'être remise il y a très-

peu de jours; j'en ferai prochainement connaître la composition dans les comptes rendus de l'Académie.

En attendant, voici les résultats de la deuxième analyse du premier ciment déjà étudié et du ciment naturel.

Ciment naturel.		Ciment métamorphisé.	
Silice	9,80		39,190
Acide carbonique	38,80		14,800
Alumine	2,10		5,625
Fer (sesquioxyde)	4,50		9,915
Chaux	29,00 (1)		24,444
Magnésie	9,50		1,440
Acide phosphorique	4,40		0,088
Ammoniaque	0		0,100
Soude	traces		traces
Potasse	0		0,504
Manganèse	traces	(sesquioxyde)	0,135
Cuivre	0		traces
Arsenic	0		traces
Fluor	0		traces
Matière organique	0	et eau	3,705
Perte	1,90		0,054
	100,00		100,000

Ce qu'il y a d'intéressant dans cette analyse c'est de constater l'apport dans le ciment, par les eaux de Luchon, de la silice, de l'alumine, du fer, du manganèse, de l'ammoniaque, de la potasse, du cuivre, de l'arsenic, du fluor et de la matière organique.

Je dois ajouter, au sujet de cette dernière, que le ciment naturel ne renfermait que des microzymas complétement privés de mouvements, tandis que le ciment métamorphisé renfermait de nombreux microzymas vivants.

Les microzymas du ciment naturel avaient été tués par suite de l'alcalinité considérable donnée à ce ciment par sa préparation, et nullement par suite de la température élevée donnée à la pierre calcaire pour la transformer en ciment.

(1) L'on remarquera que, dans l'analyse du ciment naturel que je donne aujourd'hui, le chiffre de la chaux n'est pas en apparence le même que celui de l'analyse donnée à la page 240 de ma monographie de Luchon. Les personnes qui seraient étonnées de ce changement pourront s'assurer que le nombre 29 p. °/. que je donne aujourd'hui est exact. Le nombre 2,9 p. °/. de la première analyse a été donné par erreur d'impression. En rétablissant dans cette analyse 29 p. °/. on trouvera exacte l'addition, qui est fausse avec le nombre 2,9 p. °/., mis par erreur du prote.

Je me suis assuré que les alcalis caustiques privent complétement de leurs mouvements les microzymas de toute espèce, tout aussi bien que les acides plus ou moins concentrés.

Je ne doute pas que les nouveaux microzymas retrouvés dans le ciment métamorphisé ne soient un apport de l'eau minérale, qui en renferme des masses. Aussi, ces microzymas de nouvel apport sont-ils parfaitement vivants, et animés des mouvements si bien observés et si bien décrits par M. Béchamp.

M. LORY

Doyen de la Faculté des Sciences de Grenoble.

SUR LES DISLOCATIONS DES ROCHES DANS LES PAYS DE MONTAGNES

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 25 août 1875. —

M. Lory présente quelques considérations sur les dislocations des roches dans les pays de montagnes. Dans les Alpes, les dislocations se sont étendues à toute la série des terrains; le fait principal consiste dans des plissements ou des systèmes de failles. Dans les plissements, se sont produits des phénomènes de glissement ou d'étirement des roches, qui leur ont donné, même aux plus récentes, la structure schisteuse, et ont déformé les fossiles qui y sont contenus; il suffit de citer les ardoises du lias et du trias.

Dans le cas des failles, les phénomènes sont différents, suivant qu'on a affaire à des couches dures et déjà consolidées, ou à des couches encore plastiques; les premières se cassent nettement, les secondes se plient à la cassure et peuvent alors donner lieu à des superpositions apparentes qui pourraient induire en erreur les observateurs; M. Lory cite plusieurs exemples de ces cas.

M. F. FONTANNES

De Lyon.

SUR LES SABLES MIO-PLIOCÈNES DU BAS-DAUPHINÉ SEPTENTRIONAL

— Séance du 25 août 1875. —

M. F. Fontannes fait une communication sur les sables mio-pliocènes du Bas-Dauphiné et en particulier sur les couches à *Nassa Michaudi* des environs d'Heyrieu (Isère).

Il y a longtemps que MM. Lory, Thiollière, Dumortier, etc., ont

reconnu dans le Dauphiné, au dessous du niveau des marnes de Hauterives (Drôme), une zone d'un développement vertical très-restreint, mais qui acquiert une grande importance par suite de l'abondance et de la conservation des fossiles. L'étude de cette faune, caractérisée par le *Nassa Michaudi,* Thiollière, a été, depuis bien des années, commencée par M. G. Michaud, à qui l'on doit la description des fossiles terrestres et fluviatiles des couches marneuses superposées. Malheureusement des circonstances indépendantes de la volonté du savant conchyliologiste, ont empêché jusqu'à ce jour la publication de ses travaux, et la faune de Tersanne, ce gisement classique de la Drôme, n'est encore connue que par quelques aperçus épars dans divers mémoires.

Cette faune, d'un caractère littoral fort accentué, est représentée par un certain nombre d'espèces, dans une grande partie du Bas-Dauphiné septentrional et principalement dans les environs de Saint-Quentin, de la Tour-du-Pin, de Pont-de-Beauvoisin, etc. Mais, dans ces dernières localités, M. Fontannes a reconnu, mêlées aux fossiles marins, d'abondantes coquilles terrestres et d'eau douce. Sur le plateau d'Heyrieu, près de Vienne (Isère), la faune marine, à ce niveau, a même complétement disparu, à l'exception du *Nassa Michaudi* dont on rencontre de nombreux individus en parfait état de conservation, au milieu des débris d'une faune et d'une flore continentales.

Quiconque a étudié les terrains tertiaire et quaternaire des environs de Lyon, a été à même de constater la présence de ce gastéropode dans des formations très-diverses, et sait combien la solidité de son test l'a rendu propre à résister à des causes réitérées de destruction. On peut donc croire au premier abord que le *N. Michaudi*, sur les collines d'Heyrieu, n'est pas *en place* au milieu de la faune, pour ainsi dire anormale, qui l'accompagne.

M. Fontannes établit par une série de coupes qu'il a relevées dans les environs de Tersanne, de Saint-André-le-Gaz, de Vienne, de Saint-Quentin, d'Heyrieu, etc., que ce fossile, caractéristique de dépôts marins dans la Drôme, se trouve ici à son niveau habituel.

On peut admettre, il est vrai, que les cours d'eau qui amenaient à la mer les débris du continent, ont plus tard, en envahissant les plages abandonnées par celle-ci, remanié les sables et incorporé les coquilles qui s'y trouvaient dans leurs propres dépôts. Mais cette hypothèse, que l'étude de la faune et la connaissance des habitats divers du genre *Nassa* rendent d'ailleurs inutile, n'en laisse pas moins ce gastéropode à bien peu de chose près à son niveau ordinaire. Il est donc permis de considérer cette assise du plateau d'Heyrieu comme synchronique des formations marines de la Drôme et des couches de mélange de la vallée du Guiers.

Voici la coupe théorique que, d'après ce géologue, on retrouve plus ou moins complète sur les flancs de toutes les collines tertiaires du Bas-Dauphiné septentrional et qui n'est que la reproduction, avec quelques modifications locales sans importance, de la coupe typique qu'il a relevée à Tersanne.

Terrain Quaternaire.	1° Lehm. 2° Terrain erratique à gros blocs. 3° Alluvions anciennes.
Terrain Pliocène....	4° Mollasse calcaire et sables supérieurs à *Mastodon dissimilis;* moules de coquilles terrestres.
Terrain Mio-pliocène.	5° Marne grise à Hélices. 6° Argile bleue et lignite, type de la Tour-du-Pin. 7° Marne argileuse, sable argileux; sans fossiles (?). 8° Sables à *Nassa Michaudi* et *Helix Delphinensis;* nombreuses empreintes végétales : *Platanus aceroïdes, Cornus sanguinea,* var.; fruits de conifères (*c*). 9° Sables ferrugineux et manganésifères; Nasses, Hélices, Planorbes (*r*). 10° Cailloutis quartzeux à ciment argileux; — couche très-localisée; faune marine sur quelques points isolés, type d'Aoste (Isère).
Terrain Miocène sup.	11° Mollasse et sables à *Terebratulina calathiscus.*
Subtractum.....	Terrains jurassique, houiller; micaschiste, gneiss, granit.

Dans un mémoire présenté cette année à la Société d'agriculture et d'histoire naturelle de Lyon (1), et dans lequel il a étudié le problème stratigraphique du vallon de la Fuly, près de Saint-Quentin, M. Fontannes a décrit la faune continentale qui accompagne le *N. Michaudi* dans les environs d'Heyrieu ; il y a reconnu les espèces suivantes :

(1) Séance du 2 juillet.

Melanopsis buccinoïdea, Férussac.
Paludina, sp.?
Bithynia tentaculata, Linnée, var.
Valvata vallestris, nov. sp.
Helix Chairi, Michaud, ?
» *Collongeoni*, Michaud.
» *Delphinensis*, nov. sp.
» *Gualinœi*, Michaud.
» *Amberti*, Michaud.
Clausilia, sp.?
Lymnæa Bouilleti, Michaud, var.
Planorbis Thiollierei, Michaud, ?
» *Heriacensis*, nov. sp.
» *submarginatus*, Christofori et Jan.
Leuconia Serresi, Tournouër, ?
Melampus Dumortieri, nov. sp.
Auricula Viennensis, nov. sp.
» *Lorteti*, nov. sp.
Cyclostoma? Falsani, nov. sp.

De ces dix-neuf espèces, trois au moins (*Helix Delphinensis, Gualinœi, Collongeoni)* sont représentées dans les sables marins de Tersanne par de rares débris, — sauf pourtant l'*Helix Delphinensis,* voisin de l'*H. Turonensis,* Desh., qui est relativement abondant à ce niveau dans tout le Dauphiné. Deux d'entre elles (*H. Delphinensis* et *Collongeoni*) passent dans les marnes d'eau douce de Hauterives, — où se trouve, en outre, le type de l'*H. Amberti,* ainsi que de nombreux exemplaires du *Bithynia tentaculata,* var., et le *Pl. submarginatus.* Les Valvées, Clausilies, Lymnées et Planorbes montrent, soit avec les types de Hauterives, soit avec ceux des marnes de Cucuron (Vaucluse), une grande affinité.

Quant aux Auriculidées, qui, par le grand nombre des individus, donnent à cette faune un caractère tout particulier, M. Fontannes n'a cru pouvoir les identifier avec aucune de celles qui ont été décrites jusqu'à ce jour; car ce n'est que d'après quelques échantillons très-incomplets qu'il suppose la présence du *Leuconia Serresi* dans ces gisements. Cependant il reconnaît que l'espèce la plus abondante, et partant la plus intéressante, l'*Auricula Viennensis,* présente beaucoup d'analogie avec l'*A. pisolina* Desh., et pourra peut-être, dans la suite, être réunie au type des faluns de la Touraine.

Cette étude paléontologique amène donc à conclure :

1° Que les *N. Michaudi* des environs d'Heyrieu, — ainsi que le montrent les observations stratigraphiques, — ne sont nullement remaniés, du moins dans le sens ordinaire de ce mot;

2° Que les fossiles qui les accompagnent dans cette région constituent un ensemble à facies continental submaritime, intermédiaire, par ses principaux caractères, entre la faune des sables marins de Tersanne et celle des marnes d'eau douce de Hauterives.

. . . . . .

Quant aux questions stratigraphiques dont il a cherché la solution le long de la petite vallée de la Fuly et dans ses environs immédiats, M. Fontannes ne croit pas opportun d'en entretenir les membres de l'Association, dont la plupart sont peu initiés aux discussions aux-

quelles elles ont donné lieu. Il se borne à établir en quelques mots l'analogie que présentent, selon lui, les formations à fossiles tertiaires remaniés du Bas-Dauphiné, et celles qui, en Lombardie, sont, depuis quelque temps, l'objet d'intéressantes controverses entre quelques géologues suisses et italiens.

En effet, dans tous les environs de Lyon, les alluvions anciennes, les formations glaciaires, renferment en grand nombre des fossiles miocènes remaniés, parfois en parfait état de conservation. Ce fait est connu depuis très-longtemps. Or, l'étude de certaines localités du Bas-Dauphiné a montré à M. Fontannes que ces fossiles sont souvent empruntés à des couches sous-jacentes, ou, en d'autres termes, que *les sables et graviers quaternaires à fossiles remaniés sont souvent juxtaposés, le long des collines de cette région, aux formations dans lesquelles ces mêmes fossiles se trouvent en place.*

Il est donc vraisemblable, que si les savants qui sont allés étudier les localités aujourd'hui célèbres de Cassina-Rizzardi et de Balerna, avaient observé les phénomènes analogues que présentent les plateaux du Bas-Dauphiné et de la Bresse, — où ils sont peut-être d'une étude plus facile que dans les environs de Côme, — la présence de fossiles pliocènes au milieu de dépôts glaciaires ou d'alluvions n'aurait pas fait naître d'autre hypothèse que celle d'un remaniement des terrains tertiaires par les grands courants et les glaciers de l'époque quaternaire.

MM. Gaston de TROMELIN et Paul LEBESCONTE

PRÉSENTATION DE FOSSILES PALÉOZOÏQUES DU DÉPARTEMENT D'ILLE-ET-VILAINE ET NOTE ADDITIONNELLE SUR LA FAUNE SILURIENNE DE L'OUEST DE LA FRANCE

— Séance du 25 août 1875. —

Nous avons l'honneur de présenter des séries de fossiles paléozoïques provenant de diverses localités du département d'Ille-et-Vilaine, dont quelques-unes sont encore peu connues des géologues. Leur conservation est suffisante, quoi que l'on ait dit du mauvais état des fossiles de Bretagne.

Ceux des *schistes ardoisiers* proviennent en majorité de *Vitré, Bain, La Couyère,* etc. Beaucoup appartiennent aux espèces qui ont été énumérées dans notre catalogue de la Loire-Inférieure, mais quelques-unes n'y sont pas portées, entre autres les suivantes :

Dalmanites sp. de *La Couyère ;* très-voisine de *D. Solitaria, Barr.,* sinon identique. Elle est souvent confondue avec *D. Phillipsi* dans les collections, mais elle s'en distingue par une taille plus grande, les plus fortes dimensions des yeux et surtout sa pointe caudale, d'ailleurs le plus souvent brisée Nous présentons aussi des échantillons de *Illœnus Beaumonti, Rou.* de la même localité, bien conservés.

D. incerta, Desl. sp. de *Riadan,* que M. Rouault a considérée comme une espèce distincte sous le nom de *D. Dujardini,* faute d'avoir observé la pointe caudale; aussi le pygidium est-il mal représenté dans la figure qu'il a donnée. Cette espèce est commune au grès de May, au grès de Saint-Germain et à diverses zones des schistes ardoisiers.

D. Dufouri, nob. espèce de *Vitré* (1). Elle ne se distingue de *D. atavus, Barr.* que par des yeux beaucoup plus grands et plus allongés. Nous la dédions, comme témoignage de reconnaissance, au savant directeur du Muséum de Nantes, président de la section de géologie.

Illœnus sp. du nord de *Bain ;* espèce à 9 segments qui ne paraît pas différer de *J. Panderi, Barr.* type de Bohême.

Quelques Brachiopodes, tels que *Leptœna Polleti, Rou.* de *Vitré,* que nous considérons comme identique à *L. aquila, Barr.* On sait combien cette dernière localité est riche en Cystidées des genres *Trochocystites, Barr., Echinosphœrites, Vahl ,* dont une espèce voisine de *E. aurantium , Calix , Rou.* Elle nous a aussi fourni une Astérie du genre *Protaster?* que nous nommons *P. Verneuili,* en mémoire de l'illustre savant à qui nous devons l'un et l'autre d'utiles conseils.

Nous attirons spécialement l'attention sur nos nombreux fossiles du *grès de Saint-Germain-sur-Ille, La Bouexière,* etc., dans le nord d'Ille-et-Vilaine. L'âge de ces couches est, suivant nous, peu différent de celui du grès de May, Jurques, Campandré, Mont-Robert (La Brèche-au-Diable) (Calvados), Le Vretot, Val-de-Cie (Manche), etc. Près de la moitié des espèces est commune à ces deux parties du bassin ; cependant cette proportion peut varier, parce que la détermination du nombre très-considérable de formes de May et de Saint-Germain que nous possédons n'est pas achevée, et ces faunes seront, de notre part, l'objet de travaux spéciaux que nous prèparons depuis longtemps. Il peut aussi exister entre le grès de May et celui de Saint-Germain des rapports analogues à ceux qui existent en Bohême entre la bande *d* 2 et la bande *d* 4, la similitude des sédiments provoquant la récurrence des mêmes formes. On pourra se convaincre par notre liste, bien qu'elle ne doive être considérée que comme *absolument provisoire,* que le grès de Saint-Germain appartient certainement à la faune seconde du terrain silurien inférieur, et non au terrain dévonien, comme quelques personnes l'ont pensé. Nous avons déjà eu occasion d'établir incidemment le fait, dans notre catalogue de la Loire-Infé-

(1) Nous avons récemment retrouvé cette espèce dans les schistes de *Pierric* (Loire-Inférieure), elle doit donc être ajoutée à notre *Catalogue.* Nous avons, en outre, constaté la présence du genre *Hyolithes* dans les faunes seconde et troisième de la même région, ainsi que celle de *Conularia proteica, Barr.* dans les nodules de la Bégunaie au nord de *Lusanger,* que l'un de nous connaissait déjà dans les schistes ampéliteux du *Chatellier* (Orne) avec *Isochilina formosa Barr,* etc.

TABLEAU C

Liste provisoire des espèces du grès silurien de Saint-Germain-sur-Ille, La Bouëxière, etc.

NUMÉROS D'ORDRE	NOMS DES ESPÈCES	EXTENSION COMPARATIVE			LOCALITÉS
		Grès armoricain.	Schistes ardoisiers.	Grès de May.	
1	2	3	4	5	6
	Crustacés.				
	TRILOBITES.				
1	*Calymene* Bayani, Trom. Lebesc.	....	....	....	Saint-Germain, La Bouëxière, Champeaux.
2	*Homanolotus* Vicaryi, Salt.	....	....	+	Saint-Germain, La Bouëxière, May.
3	*Dalmanites* incerta, Desl. sp.	....	+	+	Saint-Germain, May.
4	D. mima, Salt. sp.	....	....	....	Riadan, Andouillé, Brieux, Domfront.
5	D. Phillipsi, Barr.	....	+		La Bouëxière.
	OSTRACODES.				La Bouëxière. — (Tabl. A).
6	Cf : *Primitia* simplex, Jones.	....	+		Saint-Germain, La Bouëxière. Domfront. — (Tabl. A-B).
	Annélides.				
7	Cf : *Serpulites* Letellieri, Trom.	....	+		Saint-Germain. — (Tabl. A-B).
8	Cf : *Tigillites* Hœninghausi, Rou. sp.	+	....	+	Saint-Germain. — (Tabl. B). — May.
9	*Cornulites* confertus, Barr.	....	....	....	Saint-Germain.
	Mollusques.				
	CÉPHALOPODES.				
10	*Orthoceras* fractum, Barr.	....	....	+	La Bouëxière.
11	O. subfractum, Trom. Lebesc.	....	....	....	Id.
	HÉTÉROPODES.				
12	*Bellerophon* acutus, Sow.	....	+		La Bouëxière. Vitré. — (Tabl. B).
13	B. bilobatus, Sow.	....	+	+	La Bouëxière. — (Tabl. A-B).
14	B. Deslongchampsi, d'Orb.	....	....	+	Saint-Germain, La Bouëxière.
15	Cf : B. trilobatus, Sow.	....	+		La Bouëxière, Chevré. Riadan, Domfront.
	ACÉPHALÉS.				
16	*Clidophorus* amygdalus, Salt.	....	....	+	Lande de Baugé.
17	*Lyrodesma* Dufeti, Trom. Lebesc.	....	+	+	La Bouëxière, Champeaux, Andouillé.
18	Cf : L. cœlata, Salt.	....	....	....	La Bouëxière.
19	L. securis, Trom. Lebesc.	....	....	....	Id.
20	*Pseudarca* typa, Trom. Lebesc.	....	+	....	La Bouëxière, Andouillé.
21	P. curtior, Trom. Lebesc.	....	....	....	La Bouëxière. Saint-Germain.
22	P. longissima, Trom. Lebesc.	....	....	....	La Bouëxière, Champeaux.
23	P. anomala, Trom. Lebesc.	....	....	....	Id. Id.
24	*Ctenodonta* Bussacensis, Sharpe, sp.	....	+	+	Saint-Germain, La Bouëxière, Jurques. Morgat près Crozon (Finistère).
25	Cf : C. Bayani, Trom.	....	+		La Bouëxière. — (Tabl. B).
26	C. Ciæ, Sh. sp.	....	+		La Bouëxière. — (Tabl. A-B). — Cherbourg.
27	C. Hopensacki, Vern. Barr. sp.	....	....	....	La Bouëxière.
28	Cf : C. Maestrei, Sh. sp.	....	....	....	Id.
29	C. Ribeiroi, Sh. sp. (Cf.)	?	+		La Bouëxière. Brieux (Orne). — (Tabl. A).
30	*Modiolopsis* Cadomensis, Trom. Lebesc.	....	....	+	May, Lande de Baugé.
31	M. Heraulti, Trom. M. obliquus, Salt. (non Sow. sp.)	....	....	+	May, Jurques, lande de Baugé.
32	M. liratus, Salt.	....	....	+	May, La Bouëxière (Grande Fontaine).
33	M. primus, d'Orb. sp. M. Armoricana, Salt.	....	....	+	May, La Bouëxière.
	BRACHIOPODES.				
34	*Orthis* exornata, Sh.	....	....	+	La Bouëxière.
35	O. Berthoisi, var. erratica, Davids.	....	?	+	Saint-Germain, La Bouëxière. — (Tabl. A-B).
36	O. pulvinata, Salt.	....	....	....	Saint-Germain, La Bouëxière, Champeaux.
37	O. redux, Barr.	....	....	+	Saint-Germain, La Bouëxière, Mont-Robert.
38	O. Budleighensis, Davids. Cf : O. Filiceræi, Rou.	....	+	+	Saint-Germain, La Bouëxière, May, etc. Morgat, Domfront, etc. — (Tabl. A-B). — Vitré.
	BRYOZOAIRES.				
39	*Disteichia* reticulata, Sh.	....	+	+	Saint-Germain, La Bouëxière, May. Andouillé, Domfront.
40	*Synocladia* hypnoïdes, Sh.	....	....	+	Saint-Germain, May.
41	S. Lusitanica, Sh.	....	....	....	Saint-Germain.
42	Cf : *Didymograptus* Murchisoni, Boeck.	....	+		Saint-Germain. — (Tabl. A).
43	*Diplograptus* Bayleï, Trom. Lebesc.	....	....	....	Saint-Germain.
	TOTAUX = ... 43...	2	17	19	
	Répétitions à déduire = ...			— 8	
	Nombre d'espèces communes avec d'autres étages sur 43 =			30	

TABLEAU D

Indiquant : 1° Diverses espèces siluriennes de l'Ouest de la France qui ne sont pas comprises dans les Tableaux A, B, C, ou qui établissent des connexions entre les étages ; 2° Quelques-unes de celles que nous avons déjà mentionnées, mais avec doute, ou bien des localités où leur présence mérite d'être remarquée. (Voir aussi les Tableaux A, B, C.).

NUMÉROS D'ORDRE	NOMS DES ESPÈCES	FAUNE II			F. III		PRINCIPALES LOCALITÉS
		Grès armoricain.	Schistes ardoisiers.	Grès de May.	Schistes ampélitiques.	Calcaires ampélitiques.	
1	2	3	4	5	6	7	8
	Crustacés.						
	TRILOBITES.						
1	*Calymene* Tristani, Brong.	....	+				*Grès* des Moitiers-d'Allonne (Manche).
2	*Homanolotus* brevicaudatus, Desl. sp.	....	....	+			May (Calvados).
3	H. rarus, Cord. sp.	....	+				Andouillé (Mayenne), Domfront (Orne).
4	H. Brongniarti, Desl. sp.	....	....	+			May.
5	H. Deslongchampsi, Trom. msc.	....	....	+			Id.
6	*Dalmanites* Dufouri, Trom. Lebesc.	....	+				Vitré (Ille-et-Vilaine), Pierric (Loire-Inf.).
7	Cf : D. solitaria, Barr.	....	+				La Couyère (Ille-et-Vilaine).
8	*Trinucleus* Pongerardi, Rou.	....	+				Riadan (Ille-et-Vilaine). — (Tabl. A).
9	T. ornatus, Sternb. sp.	....	+				Riadan, Coësmes (Ille-et-Vilaine), La Sangsurière (Manche). — (Tabl. A).
10	T. Goldfussi, Barr.	....	+				Riadan. — (Tabl. A).
11	*Asaphus* nobilis, Barr.	....	+				La Couyère. — (Tabl. A-B).
12	*Illænus* advena, Barr.	....	+				Au nord de Bain. — (Tabl. A).
13	I. Beaumonti, Rou.	....	+				La Couyère. — (Tabl. A).
14	Cf : I. Panderi, Barr.	....	+				Bain (Ille-et-Vilaine), Sideville (Manche).
15	I. docens, Trom. msc.	....	....	+			May.
16	I. Viducassianus, Trom. msc.	....	....	+			Id.
17	*Chirurus* claviger, Beyr.	....	+				Vitré.
18	*Acidaspis* Buchi, Barr.	....	+				Riadan, Andouillé, Domfront. — (Tabl. A).
	OSTRACODES.						
19	*Beyrichia* Bussacensis, Jones.	....	+				Morgat près Crozon, Andouillé, Domfront, etc.
20	*Hippula* latens, Barr.	....	+				Domfront.
21	*Isochilina* formosa, Barr.	....	....	....	+		Le Chatellier (Orne).
22	*Primitia* perforata, Barr.	....	+				Domfront.
	Annélides.						
23	*Tigillites* Desfontainei, Rou.	+					Pomeniac près Bain, etc.
24	T. præcylindrica, Trom. msc.	....	....	+			May.
25	Trachyderma serrata, Salt.	+	....	+			Mortain, Domfront, etc., May.
	Mollusques.						
	CÉPHALOPODES.						
26	*Cyrtoceras* sp.	....	....	....	....	+	Feuguerolles (Calvados).
27	Orthoceras Deslongchampsi, Barr. msc.	....	....	....	....	+	Id.
28	O. hastile, Barr.	....	....	....	....	+	Saint-Sauveur-le-Vicomte (Manche).
29	O. lancea? Barr.	....	....	....	....	+	Feuguerolles.
30	O. originale, Barr.	....	....	....	....	+	Id.
31	O. pleurotomum, Barr.	....	....	....	....	+	Id.
32	O. severum? Barr.	....	....	....	....	+	Saint-Sauveur.
33	O. subannulare, Munst.	....	....	....	+	+	Saint-Sauveur, Feuguerolles, Domfront.
34	Endoceras Dalimieri, Barr.	....	+				Pont-Hellant, près Siouville (Manche). — (Tabl. A).
35	E. Edgelli, Trom. msc.	....	....	+			May.
	PTÉROPODES.						
36	*Conularia* proteica, Barr.	....	....	....	+	+	Le Chatellier, Lusanger (Loire-Inférieure).
37	C. pyramidata, Hœningh.	....	....	+			May.
38	*Hyolithes* Beirensis, Sh. sp.	....	+				Domfront, Andouillé, Morgat, etc.
39	H. triangularis, Veru. Barr. sp.	....	+				Domfront, Andouillé.
40	H. simplex, Barr.	....	....	....	....	+	Feuguerolles.
	HÉTÉROPODES.						
41	*Bellerophon* Sacheri, Trom. Lebesc. msc.	+					Pont-Réan, Bagaron (Ille-et-Vilaine).
	GASTÉROPODES.						
42	*Ribeiria* magnifica, Salt.	....	....	+			May, Campandré.
43	R. conformis, Salt.	....	....	+			May, Campandré.
44	R. pholadiformis, Sh.	....	+				Vitré.
45	*Capulus*? Armoricanus, Trom. Lebesc. msc.	+					Laillé (Ille-et-Vilaine).
46	*Pleurotomaria* Bussacensis, Sh.	....	+	+			Riadan, Domfront, etc., May. — (Tabl. A.
	ACÉPHALÉS.						
47	*Cardiola* interrupta, Sow.	....	....	....	+	+	Domfront, Feuguerolles, Saint-Sauveur. — (Tabl. A-B).
48	C. fibrosa, Sow.	....	....	....	+	+	Poligné, Feuguerolles, Saint-Sauveur.
49	*Cardium* subarcuatum, Munst.	....	....	....	....	+	Feuguerolles.
50	Cardiacé indét.	....	....	....	....	+	Feuguerolles. — (Tabl. A).
51	*Arca* Noranjoana, Vern. Barr.	?	+	+			Vitré, etc., May. — (Tabl. A).
52	*Ctenodonta* Beirensis, Sh. sp.	....	....	+			May.
53	*Pseudaximus* trigonus, Salt.	+					Guichen (Ille-et-Vilaine).
54	*Hippomya* ringens? Salt.	+					Bagaron (Ille-et-Vilaine).
55	*Lyonsia*? Normaniana, d'Orb.	....	....	+			May, Jurques, etc.
56	*Dolabra*? Lusitanica, Sh.	....	+				Andouillé.
57	*Cypricardia* Beirensis, Sh.	....	+				Domfront, Andouillé.
58	*Modiolopsis* Redonensis, Trom. Leb. msc.	+					Pont-Réan.
59	*Orthonota* Lebescontei, Trom.	+					Quéménéven (Finistère).
60	Cf : O. Kosoviensis, Barr.	....	+				Domfront.
61	*Avicula* sp. A.	....	....	....	....	+	Feuguerolles.
62	*Mytilus* sp. B.	....	....	....	....	+	Id.
	BRACHIOPODES.						
63	*Lingula* Hawkei, Rou.	+					Guichen, etc. — (Tabl. A).
64	L. Lesueuri, Rou.	+					Lande du Goult (Orne). — (Tabl. A-B).
65	L. Morierei, Trom.	....	....	+			May.
66	L. Salteri, Davids.	+					Pont-Réan.
67	*Orthis* sp.	+					Id.
68	O. mulus, Barr.	....	....	....	....	+	Feuguerolles.
69	*Leptæna* depressa, Sow.	....	....	....	+		Poligné.
70	L. aquila, Barr. / L. Polleti, Rou.	....	+				Vitré.
	GRAPTOLITHES.						
71	*Graptolithus* Bohemicus, Barr.	....	....	....	+	+	Domfront. — (Tabl. A).
72	G. priodon, Bronn.	....	....	....	+	+	Domfront, Feuguerolles, etc. — (Tab. A-B).
73	Cf : G. atennulatus, Menegh.	....	+				Montagne du Roule, près Cherbourg.
74	G. Hisingeri? Carruth.	....	+				*Grès* des Moitiers-d'Alonne.
75	*Retiolites* Geinitzianus, Barr.	....	....	....	....	+	Feuguerolles.
	Radiaires.						
	ÉCHINODERMES.						
76	*Ascocrinus* Barrandei.	....	+				*Grès* des Moitiers-d'Alonne.
77	*Palasterina* gracilis, Trom.	....	....	....	....	+	Feuguerolles (schistes).
78	*Protaster* Verneuili, Trom. Lebesc.	...	+				Vitré.
79	*Echinosphærites* Murchisoni, Vern. Barr.	....	+				Id.
80	Calix Sedgwicki, Rou.	....	+				Id.
	Végétaux.						
	ALGUES.						
81	*Cruziana furcifera*, Rou. sp.	+					Bagnoles (Orne). — (Tabl. A-B).
82	*Bysophycus* Barrandei, Trom. Leb.	+					Les Vaux-d'Aubin, près Trun (Orne).
83	*Vexillum* Desglandei, Rou.	+					Saint-Péran, etc. (Ille-et-Vilaine).
84	V. Holli, Rou.	+	....	+			May. — (Tabl. A).
85	V. Labechei, Rou.	+					Bain (Ille-et-Vilaine). — (Tabl. A).
86	*Dædalus* Koninckı, Rou.	+					Guichen, etc.
87	D. Newtoni, Rou.	+					Id.
88	Licrophycus elongatus? Coëmans.	....	+				Andouillé (Mayenne).
	TOTAUX	20	33	17	8	21	

Répétitions verticales à déduire ..... — 10

Nombre d'espèces citées = ... 88

RÉCAPITULATION DE LA DISTRIBUTION VERTICALE

DE LA FAUNE SILURIENNE DE L'OUEST DE LA FRANCE

Voir les Tableaux A, B, C, D.

		Terrain cambrien.	Faune seconde			Nombre d'espèces communes entre			F. III.		Espèces communes :	Totaux :
			Grès armoricain.	Schistes ardoisiers.	Grès de May et de Saint-Germain.	le grès armoricain et les schistes ardoisiers.	le grès armoricain et les grès de May, etc.	les schistes ardoisiers et les grès de May et de St-Germain.	Schistes ampélitiques.	Calc. amplitiques.		
Crustacés : 67.	Trilobites.	»	1	40	10	1	»	2	»	»	»	48
	Phyllopodes	»	1	»	»	»	»	»	1	3	»	5
	Ostracodes	»	1	5	1	»	»	1	1	4	»	11
	Eurypterides	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	1
	Cirrhypèdes	»	»	2	»	»	»	»	»	»	»	2
Mollusques : 156.	*Annélides.*	1	6	1	5	»	2	1	»	1	»	11
	(Tigillites)		(6)		(3)		(2)					
	Céphalopodes	»	1	9	3	1	»	»	1	13	1	25
	Ptéropodes	»	»	6	1	»	»	»	1	2	1	9
	Hétéropodes	»	1	4	4	»	»	3	»	»	»	6
	Gastéropodes	»	1	2	3	»	»	1	»	1	»	6
	(Ribeiria)			(1)	(2)							
	Acéphalés	»	12	21	21	4	2	6	2	13	2	57
	Brachiopodes	»	5	17	7	»	»	2	4	3	»	34
	Bryzozoires	»	»	1	3	»	»	1	1	1	»	5
	Graptolithes	»	1	4	2	1	»	1	8	4	3	14
Radiaires : 14.	Echinodermes	»	»	7	»	»	»	»	1	3	1	10
	Polypiers	»	»	1	»	»	»	»	»	3	»	4
22.	*Algues.*	1	18	2	1	»	1	»	»	1	»	22
270 :	TOTAUX =	2	48	122	61	7	5	18	20	53	8	270
Espèces communes à plusieurs étages à déduire							— 30 + 2				— 8	»
Nombre d'espèces par faunes		2		231				73				»
Différences =		2			203				65			
NOMBRE TOTAL =					270							270

rieure, et nous pouvons invoquer à cet égard le témoignage de M. Barrande, qui a bien voulu examiner une petite série de ces fossiles. La présence d'un *Calymene*, de *Orthis redux, Barr.*, de divers *Graptolithes*, suffirait pour lever tous les doutes.

Parmi les espèces que nous énumérons, un certain nombre sont nouvelles. Nous nous bornerons présentement à en donner les définitions succinctes ci-après, que nous compléterons dans notre travail d'ensemble (1).

Calymene Bayani, nob. La tête de cette espèce ressemble beaucoup à celle de *C. Tristani ;* mais au pygidium l'axe n'atteint pas tout à fait l'extrémité postérieure, qui est légèrement relevée, et les deux lobes latéraux se rejoignent ; dans l'espèce comparée, au contraire, la dernière articulation de l'axe présente un très-grand développement et un relief très-caractéristique qui n'existe pas dans *C. Bayani ;* toutes les deux appartiennent au même groupe. Nous dédions la nôtre à notre ami et regretté confrère, si prématurément enlevé à la science. Elle est, jusqu'ici, propre au grès de *Saint-Germain, La Bouexière,* où elle est assez abondante.

Orthoceras subfractum, nob. Les loges sont beaucoup plus espacées, principalement à la partie supérieure que dans *O. fractum, Barr.* qui se retrouve à *May* et à *La Bouexière* avec tous ses caractères. *O. subfractum* n'a été reconnue que dans cette dernière localité, où nous connaissons aussi une Orthokère brévicône.

Lyrodesma Dufeti, nob. Espèce un peu plus petite et encore plus acuminée que *L. cœlata, Salt.* Nous la dédions à notre ami et confrère, M. Dufet, préparateur de géologie à l'Ecole normale supérieure, à qui nous devons beaucoup d'utiles renseignements, particulièrement sur la collection Dalimier.

L. securis. nob. Espèce à crochet terminal, tandis que l'extrémité opposée est très-développée, ce qui lui donne une forme axinoïde très-caractéristique ; 8 dents rayonnantes, placées sous le crochet.

Genre *Pseudarca, nob.* Coquille bivalve, très-transverse, arrondie en avant, prolongée et acuminée en arrière ; médiocrement bombée ; rappelant par sa forme extérieure certaines espèces des genres Orthonota et Cultellus. Crochet très-peu saillant, placé au quart environ de la coquille dans l'espèce typique, limité en avant par un sillon peu profond et peu étendu qui imprime à la coquille une apparence très-particulière. Charnière dessinant une ligne légèrement concave, garnie d'une rangée de dents très-serrées qui dépasse très-peu le crochet vers la partie antérieure, les premières droites et les plus petites, les dernières un peu obliques et plus grandes, au nombre de 8 à 15 suivant les espèces. Bord dessinant une courbe convexe peu sensible. Impressions musculaires plates et assez grandes, placées près de la charnière, la postérieure aux deux tiers de la coquille, l'antérieure double comme dans le genre actuel Cypricardia, la plus petite des deux parties étant saillante. Un peu au dessus des impressions musculaires on voit les impressions pédieuses, elles sont petites et coniques : celle de la partie antérieure est placée entre la partie saillante de l'impression musculaire et le crochet, sur le sillon, qui limite celui-ci en avant ; ces dispositions rappellent en quelque sorte l'apparence des Ribeiria, mais cette partie de la coquille dépasse un peu le crochet. L'impression palléale paraît entière. Le test est très-mince ; extérieurement la coquille porte trois ou quatre stries d'accroissement concentriques, espacées. Ce nouveau genre nous paraît voisin du genre *Cucullella.* Nous désignons l'espèce la plus commune à *La Bouexière,* à laquelle s'applique principalement la description générique ci-dessus sous le nom de *Pseudarca typa.* Elle est accompagnée dans la même localité de diverses autres parmi lesquelles nous pouvons citer nos *P. Curtior* et *P. Longissima,* dont les noms spécifiques indiquent les prin-

(1) Un extrait de cette note a déjà paru : sur quelques fossiles des grès siluriens de Saint-Germain, la Bouexière, Champeaux, etc.; par MM. de Tromelin et Lebesconte (Quimper, 1875, 8 p.).

cipales différences avec le type du genre, et *P. Anomala*, qui se distingue des trois précédentes en ce qu'elle est plus bombée, la forme beaucoup plus large de son extrémité postérieure et la position plus terminale de son crochet. Il nous en reste d'ailleurs, d'autres à étudier. Jusqu'ici, ce genre est exclusivement propre au grès de la Bouexière, Saint-Germain, etc., ainsi que M. Barrande nous l'a déclaré. Néanmoins quelques formes de nos schistes ardoisiers ont une apparence extérieure très-voisine, mais nous ne pouvons en voir les caractères intérieurs, non plus que ceux de *Lyonsia Normaniana*, *d'Orb.*, si abondante à May, qui y appartient peut-être; les nôtres atteignent, il est vrai, des dimensions beaucoup plus fortes. Il y a aussi, à Londres, dans les collections du Geological Survey, une petite coquille innommée de l'étage du grès de Caradoc qui y ressemble beaucoup. Les acéphalés, principalement du groupe des Arcadées, sont très-nombreux à la Bouexière, et nous sommes loin d'être en mesure de pouvoir en citer toutes les espèces ; le genre Lyrodesina existe aussi bien certainement à May et à Andouillé (1).

Nous énumérons provisoirement 43 espèces de ces localités : sur ce nombre 11 figurent déjà sur nos tableaux A et B. Le signe *cf* indique celles dont l'identité est présumée, sans qu'elle soit hors de doute. On verra par nos colonnes 3 à 5 que 30 existent dans les autres étages ou dans le grès du Calvados ; il en reste seulement 13 propres au grès de Saint-Germain. La liste des localités des schistes ardoisiers ne comprend que les principales et on pourra se reporter à notre *Catalogue*. Nous y avons, d'ailleurs, donné quelques détails sur certaines espèces, telles que *Orthis redux*, *O. Budleighensis*, dont l'existence est bien certaine à La Bouexière.

Dans le but de compléter nos communications et de faciliter les recherches, nous indiquerons par notre tableau D, les espèces dont nous avons dû parler et qui ne figurent pas sur les autres. On remarquera qu'en réunissant ces quatre tableaux, on aura la liste complète des espèces siluriennes de l'ouest de la France publiées jusqu'à ce jour, à l'exception de trois ou quatre Nucules nommées par M. Rouault et dont la description n'a malheureusement pas été complétée depuis 1846 ; il est cependant probable que nous les avons citées sous d'autres noms. Nous faisons abstraction des espèces siluriennes du calcaire d'Erbray (Loire-Inférieure), cette localité nécessitant une étude spéciale. Toutes les autres, ou bien n'ont pas été déterminées spécifiquement, ou bien n'existent réellement pas dans notre bassin, ou bien encore leurs noms tombent en synonymie d'après notre nomenclature. Nous avons aussi ajouté à ce tableau quelques espèces qui établissent des connexions entre les divers étages, ou dont la présence leur imprime des caractères paléontologiques dignes d'attention. On peut voir que nous n'en citons pas moins de 270 ; plus de la moitié est due à nos recherches et il nous reste encore un très-grand nombre de

(1) On peut voir au Muséum de Nantes divers spécimens de *Leda* (Nucula) *solénoïdes*, Goldf. de Singhofen. Cette espèce rappelle beaucoup notre *Pseudarca typa*. Si le nom générique que nous proposons avait déjà été employé, il devrait être remplacé par celui de *siliquarca* que nous avions primitivement adopté.

formes à examiner. Ces listes sont suffisantes pour donner une idée de la composition de la faune silurienne dans le massif armoricain ; mais il resterait à indiquer toutes les localités où l'on trouve les espèces.

Enfin, nous présentons divers fossiles du grès, du calcaire et de la grauwacke de *Gahard*, comme points de comparaison entre la faune dévonienne de Bretagne et la faune silurienne du grès de Saint-Germain-sur-Ille. Les grès des deux localités diffèrent beaucoup l'un de l'autre, ainsi que l'un de nous l'a déjà fait connaître (¹) et il est impossible de ne pas attribuer le grès de Gahard au terrain dévonien, tel qu'il est conçu en Bretagne, à cause de la forte proportion d'espèces qu'il présente avec les calcaires qui lui sont supérieurs. Cependant un nombre considérable semblent propres à ce grès, telles que : *Homalonotus Gahardensis, nob. (= H. Brongniarti, Rou.* non Desl.). — *Dalmanites Rouaulti, nob. (= D. Incerta, Rou.* non Desl.) — *Grammysia Ludovicana, Rou. sp. (= Orthonota grammysioïdes, Salt.* — *Lunulacardium ventricosum, Eth.* — *Pterinea (Avicula) matutinalis, d'Orb.* — *Nucleospira Vicaryi, Davids.* — *Orthis Monnieri, Rou. (= O. Vicaryi, Davids.)* — *Strophonema Etheridgei, Davids.* — etc., *Pleurodictyum Constantinopolitanum, Rœm.* — Ce dernier fossile diffère de *P. Problematicum, Goldf.* dont on peut voir de très-beaux spécimens parmi nos fossiles de la grauwacke.

M. DAUBRÉE

Membre de l'Institut, Directeur de l'Ecole des Mines.

FORMATION CONTEMPORAINE DE DIVERSES ESPÈCES MINÉRALES SOUS L'ACTION DE SOURCES THERMALES

— Séance du 25 août 1875. —

Après avoir reposé uniquement sur l'observation des faits, tels que la nature les présente, la géologie commence à s'appuyer aussi sur l'expérimentation. L'utilité de cette méthode comme contrôle de l'induction, ressort clairement des résultats auxquels elle a déjà conduit.

La formation contemporaine des minéraux représente une des branches de la géologie expérimentale. Sous cette catégorie, il convient

(¹) Bull. Soc. de la Sarthe ; T. XXII, 1874, p. 583.

de comprendre non-seulement les espèces qui sont le résultat d'expériences faites dans le laboratoire, mais aussi celles que nous voyons se former sous nos yeux, et dans des conditions si bien déterminées, qu'il en ressort des faits tout aussi instructifs que s'ils provenaient d'une expérience directe.

Les sources thermales sont l'un des principaux laboratoires où se sont opérées de tout temps, et dès les anciennes périodes géologiques, les espèces minérales.

Un certain nombre de ces espèces déposées à la surface du sol, près de l'orifice des sources, sont bien connues: telles sont la calcite, la variété d'opale connue sous le nom de geyserite, etc. Mais celles qui se forment à une certaine profondeur sont moins connues, et cependant elles sont particulièrement intéressantes comme se rapprochant, par leurs conditions d'origine, de celles qui, pendant les anciennes périodes, se sont produites de toutes parts dans l'écorce terrestre. A cette dernière catégorie appartiennent les sulfures métalliques et particulièrement la pyrite de fer, si abondamment disséminée dans les roches stratifiées et autres, ainsi que dans les filons métallifères.

La pyrite de fer n'a jamais été rencontrée dans les bassins des sources qu'à une certaine profondeur, où les influences réductrices nécessaires à sa formation ne sont pas contrariées par l'action oxydante de l'air. C'est ainsi qu'on l'a rencontrée en fouillant dans les bassins de quelques sources, notamment à Aix-la-Chapelle, Bourbon-l'Archambault, et plus récemment à Bourbonne-les-Bains. C'est dans des conditions semblables que le cuivre pyriteux (chalcopyrite) et le cuivre panaché (philippsite) ont été rencontrés à Bagnères-de-Bigorre et ailleurs. Il en est de même du cuivre sulfuré ou chalcosine trouvé d'abord à Plombières, sur un robinet romain en bronze, en cristaux rappelant ceux du Cornouailles, puis à Bourbonne-les-Bains ; dans cette dernière localité s'est également formée une espèce qu'on n'avait pas encore rencontrée comme un produit contemporain : le cuivre gris antimonial (tétraédrite) en cristaux tétraèdres. Ces diverses substances se sont formées sous une influence réductrice, comme celle qui paraît avoir agi dans le remplissage des filons.

Des combinaisons d'une tout autre espèce ont également été reconnues par des fouilles qui ont pénétré à quelques mètres dans l'intérieur de maçonneries que baignent les eaux thermales ; ce sont des silicates hydratés et cristallisés appartenant à la famille des zéolithes.

La chabasie et la christianite (*harmotome calcaire*), observées d'abord pour la première fois à Plombières, ont été retrouvées à Luxeuil, puis à Bourbonne, c'est-à-dire dans des eaux thermales

de composition différente et d'une température moins élevée. Cette formation contemporaine des zéolithes est particulièrement digne d'intérêt pour les géologues, par la lumière qu'elle jette sur plusieurs grands phénomènes. Elle explique particulièrement l'origine des zéolithes dans leur gisement le plus important, c'est-à-dire dans les roches éruptives amygdaloïdes et dans les conglomérats qui leur sont associés.

Nous n'insisterons pas ici sur la manière dont cette formation rend compte des faits les plus saillants du métamorphisme.

9e Section

BOTANIQUE

PRÉSIDENT..... M. H. BAILLON, Professeur à la Faculté de Médecine de Paris.

SECRÉTAIRE..... M. DE LANESSAN.

M. SIRODOT

Professeur à la Faculté des Sciences de Rennes.

SUR LA CLASSIFICATION ET LE DÉVELOPPEMENT DES BATRACHOSPERMUM

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— *Séance du 20 août 1875.* —

M. SIRODOT résume ses recherches sur la classification et le développement des *Batrachospermum ;* se basant sur la considération du trichogyne, il propose de subdiviser ce genre en quatre sections (*Moniliforma*, *Turfosa*, *Helminthosa*, *Virescentia*). Il expose les différents modes de végétation et de reproduction de ces algues, puis, les comparant aux *Chantransia*, conclut que ces derniers représentent la génération asexuée, tandis que les *Batrachospermum* portent des organes mâles et femelles dont le rapprochement par conjugaison détermine la formation de spores qui, en germant, produisent le *Chantransia*.

M. J.-L. DE LANESSAN

ORGANOGÉNIE DE LA FLEUR ET DU FRUIT DES *Zostera marina* L. ET *Z. nana* ROTH. — RAPPORTS DES *Zostera* AVEC LES GRAMINÉES

— Séance du 20 août 1875. —

Les deux espèces de *Zostera* que j'ai étudiées (*Z. marina* L. et *nana* Roth) offrent deux sortes de rameaux, les uns foliaires, ne portant jamais de fleurs et présentant des feuilles bien développées, les autres florifères, ne portant pas de feuilles normales et constitués par des axes ramifiés en cyme dont chacun se termine par une inflorescence. Je ne m'occuperai ici que de ces derniers. Dans le *Z. marina* ils sont ramifiés un très-grand nombre de fois, tandis que dans le *Z. nana* on y compte, à peine, quatre ou cinq divisions. Pour se rendre un compte exact de la façon dont la ramification s'effectue, il est nécessaire d'en suivre pas à pas la formation, parce qu'il se produit des entraînements qui changent peu à peu les rapports des parties et peuvent induire en erreur l'observateur qui examine la plante seulement à l'état adulte. Chaque axe florifère naît sur le précédent à l'aisselle d'une feuille rudimentaire, constituée, à peu près uniquement, par une gaîne complétement fermée, son limbe n'atteignant jamais qu'un très-faible développement. L'axe de deuxième génération est ainsi nettement axillaire au moment de son apparition, mais la partie de l'axe primaire située entre son point d'insertion et la feuille axillante s'accroissant considérablement, il s'écarte bientôt de la feuille à l'aisselle de laquelle il est né et paraît, plus tard, provenir isolément de l'axe primaire à deux ou trois centimètres au dessus d'elle. Le soulèvement de chaque axe sur celui qui le porte est ainsi manifestement dû à un phénomène d'entraînement et non à une « soudure », comme le dit M. Duval-Jouve (*Particul. des* Zostera, in *Rev. des sc. nat.* [*Montp.*, 1873], II, 69), qui, d'ailleurs, a bien décrit la situation des parties à l'état adulte. L'axe primaire s'allonge encore de quelques centimètres au dessus de ce point, s'aplatit et s'élargit graduellement, puis porte une feuille destinée à envelopper l'inflorescence (spathe) et enfin se termine par un épi aplati qui reste lisse sur la face qui regarde la spathe, et porte, sur la face opposée, deux rangées parallèles et longitudinales de fleurs. L'axe de deuxième génération donne naissance, au niveau de sa base et sur la face qui regarde le précédent, à une feuille rudimentaire semblable à celle dans l'angle de laquelle il est né, puis il s'allonge par sa portion basilaire, entraînant avec

lui, jusqu'à une certaine hauteur, un axe de troisième génération né dans l'aisselle de cette feuille; il s'aplatit ensuite, s'élargit et se termine, comme l'axe primaire, par un épi unilatéral enveloppé d'une spathe. L'axe tertiaire se comporte de la même façon que les précédents, c'est-à-dire qu'il donne également naissance, au niveau de sa base, à une feuille située contre l'axe secondaire et dans l'aisselle de laquelle naît un axe de quatrième génération, etc. Les axes de générations successives naissent ainsi alternativement à droite et à gauche, et la ramification est une cyme unipare, distique, oppositifoliée, à rameaux entraînés les uns sur les autres.

Suivons maintenant le développement de la spathe et de l'épi qui termine chaque axe. Les débuts du développement de l'inflorescence sont les mêmes dans le *Z. marina* et dans le *Z. nana,* et peuvent, par suite, être étudiés indifféremment dans l'une ou l'autre de ces deux espèces. Dès le moment de son apparition, la feuille terminale qui doit constituer la spathe se montre à la façon des feuilles engaînantes, c'est-à-dire qu'elle enveloppe complétement, par sa base, le sommet aplati de l'axe qui lui donne naissance, sa partie médiane qui répond au limbe ne tardant pas à le déborder. La position de cette feuille est constante; elle naît toujours sur la face de l'axe florifère opposée à celle qui regarde la feuille axillante de cet axe, c'est-à-dire à droite si la feuille axillante est à gauche, et à gauche si cette dernière est à droite. Tandis que la feuille s'accroît rapidement par sa portion supérieure, sa base reste, au contraire, stationnaire, pendant un certain temps. C'est seulement lorsqu'un certain nombre de fleurs se sont déjà montrées sur l'épi, jusqu'alors tout à fait découvert en avant, que la gaîne commence à se développer. Au niveau de la face antérieure de l'épi on voit alors le bourrelet foliaire, encore très-peu prononcé, produire deux mamelons latéraux, complétement séparés l'un de l'autre au niveau de la ligne médiane. Ces mamelons stipulaires grandissent rapidement et se montrent bientôt sous l'aspect de deux lames aplaties, demi-circulaires, qui cachent, en avant, la partie inférieure de l'épi et se continuent par leurs bords externes avec les bords du limbe de la spathe. L'allongement de celle-ci devient alors basilaire et les lames dont nous venons de parler, étant entraînées, ne tardent pas à recouvrir complétement la face antérieure de l'épi. Lorsque la spathe est entièrement développée, sa partie inférieure forme une gaîne incomplète dont la paroi antérieure est constituée par les deux lames dont nous venons de parler. Celles-ci, restées distinctes l'une de l'autre au niveau de la ligne médiane, peuvent s'écarter pour mettre à découvert la face florifère de l'épi.

Pendant que la spathe passe par les diverses phases que je viens de décrire, l'axe d'inflorescence qu'elle enveloppe subit, de son côté, des

modifications graduelles importantes. Au début, il est à peu près hémisphérique, mais bientôt il s'aplatit, son sommet devient de plus en plus aigu à mesure qu'il s'allonge et sa base restée un peu étroite lui forme une sorte de court pédoncule. Sa face postérieure ou dorsale, appliquée contre la paroi postérieure de la spathe, reste lisse et plane, tandis que sa face ventrale, qui doit porter les fleurs, ne tarde pas à se modifier profondément. Les bords et la portion inférieure de cette face, s'épaississant davantage que sa partie moyenne, forment bientôt, dans le bas et sur les côtés, une sorte de cadre saillant qui entoure la région florifère. Plus tard, à mesure que les fleurs se développent, les bourrelets latéraux augmentent rapidement de volume et finissent par recouvrir environ le tiers extérieur des étamines et des pistils. Le bord libre de ce cadre de nature manifestement axile est le plus souvent onduleux. Dans le *Z. nana*, dont l'épi est peu développé, ces ondulations sont toujours très-faibles, mais dans le *Z. marina* elles sont ordinairement un peu plus marquées et peuvent même exceptionnellement se transformer, chez les individus de grande taille, en de véritables dents plus ou moins saillantes, prolongées en avant des fleurs. C'est un fait de cet ordre qui a été décrit et figuré par M. Duval-Jouve (*Loc. cit.,* p. 72, t. I., f. 7, a., 6, 6.) Mais ce botaniste n'ayant, sans doute, examiné que des échantillons adultes, s'est complétement mépris sur la valeur morphologique de ces prolongements du bord de l'axe florifère ; les prenant pour des appendices de cet axe, il leur a donné le nom de bractées. « Sur les grands échantillons du *Z. marina* de l'étang de Thau, dit-il, on voit une grande *bractée,* large et longue de 5 à 7 millimètres, *s'élever de la saillie marginale* vis-à-vis d'un carpelle, et se coucher en travers sur l'appareil reproducteur. Ces bractées n'ont ces dimensions qu'aux trois ou quatre fleurs inférieures, et ensuite elles diminuent successivement de grandeur, de manière qu'aux fleurs supérieures *elles ne sont plus représentées que par de faibles ondulations.* C'est en ce dernier état qu'elles se montrent seulement sur les sujets moins grands. » Par suite d'une deuxième erreur d'observation, M. Duval-Jouve, assimilant à ces prolongements de nature axile du *Z. marina* les bractées véritables qui existent dans le *Z. nana,* est entraîné à méconnaître (*Loc. cit.,* 73) la subdivision établie, avec beaucoup de raison, dans le genre *Zostera,* par M. Ascherson, et sur laquelle nous reviendrons plus bas.

L'étude organogénique des phénomènes qui précèdent peut être faite, indistinctement, sur le *Z. marina* et sur le *Z. nana.* La spathe se forme de la même façon dans les deux espèces, et les premiers développements de l'axe florifère que nous venons de décrire s'y effectuent, également, de la même manière. Il n'en est pas de même de tous

les faits que nous allons maintenant indiquer ; et pour avoir une idée exacte de la valeur des diverses parties de l'inflorescence de ces plantes, il est préférable de commencer par l'observation du *Z. nana* dont l'organisation est plus complète. Après que le cadre saillant dont nous avons parlé plus haut a commencé à se former, on voit apparaître, vers la base de la surface florifère de l'épi et sur l'un des côtés, un léger mamelon, situé en dedans et à quelque distance du bourrelet latéral encore peu prononcé. Ce mamelon s'aplatit bientôt latéralement, de façon à ce que son grand axe devienne à peu près parallèle à celui de l'épi. Il s'allonge ensuite assez rapidement et prend la forme d'une languette membraneuse, qui, parvenue à son développement complet, offre une longueur de 5 à 6 millim., et une largeur de 2 à 3 millim. Elle représente alors une véritable bractée, dont la situation et le développement n'ont, on le voit, rien de commun avec l'organe que M. Duval-Jouve désigne sous ce nom. Un peu au dessus et en dedans de cette bractée, du même côté qu'elle, et en dehors de la ligne médiane de l'épi, se montre, peu de temps après son apparition, un nouveau mamelon, qui est d'abord hémisphérique, puis devient ovale, avec son grand diamètre, dirigé obliquement de dehors en dedans et de bas en haut. L'extrémité supérieure de ce mamelon ovale, qui représente une jeune étamine, semble se continuer avec un léger épaississement de l'axe qui se forme ultérieurement, et l'ensemble représente une sorte de virgule renversée, dont la pointe est en haut, et dont la tête, située en bas et en dehors, répond au mamelon staminal. Bientôt, au niveau et en dehors de l'extrémité supérieure de cette virgule, se montre un nouveau mamelon staminal, d'abord arrondi comme le premier, puis ovale, mais souvent dirigé en sens inverse, c'est-à-dire de haut en bas et un peu de dedans en dehors. Ces deux mamelons ne tardent pas à se distinguer de la crête arquée avec laquelle ils se continuent au début, et bientôt ils en sont complétement distincts ; mais celle-ci, développée surtout au niveau de sa partie médiane, continue à embrasser leurs extrémités internes. Elle représente le point de départ d'une crête onduleuse qui, à l'âge adulte, parcourt la ligne médiane de l'épi dans toute son étendue, divisant sa face florifère en deux moitiés distinctes, et séparant les deux rangées latérales de fleurs qu'elle porte. Enfin, au dessus des deux mamelons staminaux encore rudimentaires et en dehors de la crête qui les unit, se produit une petite saillie en forme de croissant, à pointes dirigées en dedans et en haut, qui représente le rudiment du pistil. Une fleur entière avec sa bractée, ses deux étamines et son pistil, est alors ébauchée. Pendant qu'elle se formait, une autre bractée et une autre fleur se montraient, de la même façon et dans le même ordre, de l'autre côté de la ligne médiane et un peu au dessus

de la première, chaque organe apparaissant postérieurement à l'organe correspondant de celle-ci. Une troisième fleur se montre ensuite du même côté que la première, puis une quatrième du même côté que la deuxième, etc., le nombre de ces fleurs étant extrêmement variable. Il est important de noter que dans chaque fleur le pistil se produit toujours en dehors de la saillie médiane qui embrasse dans son arc les deux étamines. Plus tard, ces arcs se mettent en rapport les uns avec les autres par leurs extrémités pour constituer la crête saillante médiane et onduleuse dont nous avons parlé plus haut. Cette crête représente un simple épaississement de l'axe, et elle est loin d'avoir l'importance que lui prête M. Duval-Jouve, qui, l'ayant vue à l'âge adulte, s'infléchir de droite et de gauche autour des fleurs, la considère comme « montrant que chaque fleur se compose d'un pistil et de deux étamines. » (*Loc. cit.*, 72.) Ce qui établit l'individualité de chaque fleur, ce n'est pas cette saillie sans importance, mais la bractée, dont M. Duval-Jouve a méconnu la nature, le lieu d'insertion et le moment d'apparition. Ce botaniste a été conduit à une autre erreur par l'observation de l'âge adulte. Il admet, en effet, que « les carpelles sont attachés obliquement *sur la saillie médiane.* » Cette opinion et celle de Kunth, qui considère tous les organes de la fleur comme insérés sur la ligne médiane de l'épi, sont également erronées. Nous avons vu, en effet, que le pistil, aussi bien que les étamines, naissent en dehors de l'arc saillant qui marque la première trace de la crête médiane, et que le pistil particulièrement n'offre jamais aucun rapport avec lui.

En résumé, l'étude organogénique nous montre que l'inflorescence du *Zostera nana* est un épi unilatéral, enveloppé dans une feuille en forme de spathe, portant sur sa face florifère deux rangées de fleurs, dont chacune, située à l'aisselle d'une bractée, est composée de deux étamines et d'un pistil formé d'une seule feuille carpellaire ; et si nous nous rapportons à ce qui existe dans les Graminées, nous pouvons sans aucun inconvénient considérer chaque fleur comme remplaçant un épillet uniflore sessile. La crête médiane, qui divise en deux parties latérales la face florifère de l'épi des *Zostera*, se retrouve plus ou moins développée dans un grand nombre de Graminées, et le développement successif des épillets, alternativement à droite et à gauche de la ligne médiane et de bas en haut, s'effectue dans les Graminées comme dans les *Zostera*. Au point de vue de l'inflorescence, les *Zostera* se montrent ainsi tout à fait analogues aux Graminées. Cette manière d'envisager l'inflorescence des *Zostera* est loin d'être partagée par tous les auteurs. M. Duval-Jouve regarde l'épi, qu'il désigne, je ne sais pourquoi, sous le nom de spadice, comme formé de fleurs composées, ainsi que nous venons de le dire, de deux étamines et d'un pistil ; mais nous

venons de voir que les motifs sur lesquels il appuie son opinion ne possèdent aucune valeur. M. Ascherson, qui s'est beaucoup occupé de ces plantes, considère chaque fleur comme composée d'un pistil et d'une seule étamine à deux loges. M. Duval-Jouve combat avec raison cette manière de voir, adoptée par beaucoup de botanistes, en s'appuyant sur ce que « les deux anthères qui accompagnent chaque pistil ne sont point placées à la même hauteur sur le spadice », et sur ce que « les fleurs inférieures ne se composent souvent que d'une anthère et d'un pistil. » Il est rare, en effet, de voir toutes les fleurs d'un épi se développer d'une façon complète ; fréquemment les fleurs inférieures n'offrent qu'une seule étamine, ou même sont réduites au pistil, par suite de l'avortement d'une ou des deux étamines qui entrent normalement dans la composition de la fleur ; mais l'organogénie montre, bien mieux que ces considérations tirées de l'âge adulte, que l'androcée n'est pas formé, comme l'admet M. Ascherson, d'une anthère sessile à deux loges, mais bien de deux étamines distinctes, puisqu'elle nous montre ces deux organes naissant toujours l'un après l'autre, et à une distance assez grande l'un de l'autre, ce qui n'est pas compatible avec l'existence d'une étamine unique. L'opinion de Kunth, d'après laquelle le spadice porterait des fleurs mâles et femelles « *alternatim medio nervo inserti,* » est encore moins compatible avec les faits qui nous ont été révélés par l'organogénie. L'opinion de M. Ascherson, d'après laquelle ce que nous regardons comme deux anthères sessiles représenterait une seule anthère à deux loges, pourrait s'appuyer sur les observations de MM. Grönland et Hofmeister (*in Bot. Zeit.,* [1851], IX, 185, t. IV ; [1852], X, 125, t. III). Mais le premier de ces botanistes n'a observé que des étamines d'un âge déjà avancé, ainsi que l'attestent les figures qu'il en donne ; et le second paraît n'avoir eu à sa disposition (Voy. *Bot. Zeit.,* X, t. III, f. 3) que des portions terminales d'axes déjà avancés en âge, sur lesquelles il est impossible de suivre exactement les phénomènes que nous avons décrits, parce que les fleurs y sont toujours plus ou moins modifiées et il n'a pas non plus assisté à la première apparition des organes. Ainsi, M. Hofmeister (*Loc. cit.,* 125) décrit les deux mamelons anthériques comme naissant en même temps, tandis qu'il est facile, sur de bons échantillons très-jeunes, de voir qu'ils apparaissent l'un après l'autre, et l'on trouve assez facilement, à l'aisselle de la dernière bractée formée, un seul mamelon staminal, au dessus et à une certaine distance duquel s'en formera plus tard un second.

Dans le *Z. marina*, les premiers développements de l'axe d'inflorescence sont, comme nous l'avons dit, semblables à ceux du *Z. nana.* La fleur présente également la même composition et ses diverses parties se montrent dans le même ordre, mais cette espèce est toujours

dépourvue de la bractée qui, dans le *Z. nana*, précède l'apparition de chaque fleur. Les dents plus ou moins prolongées des bords épaissis et saillants de l'épi qui se présentent parfois dans le *Z. marina* n'offrent, comme nous l'avons dit plus haut, aucune ressemblance avec les bractées véritables du *Z. nana;* leur siége n'est pas le même, puisque les bractées du *Z. nana* se forment en dedans de la saillie marginale, tandis que les prétendues bractées de M. Duval-Jouve ne sont que des prolongements de la saillie marginale elle-même. Le moment de leur apparition n'est pas non plus le même, car ces dents ne se forment que très-tardivement, alors que les fleurs sont déjà développées depuis longtemps. La division du genre *Zostera* en deux sous-genres, adoptée par M. Ascherson, est donc, malgré l'avis contraire de M. Duval-Jouve, parfaitement justifiée, l'un des sous-genres, comprenant le *Z. marina,* étant caractérisé par l'absence de bractées, tandis que l'autre, contenant le *Z. nana*, se distingue par la présence constante de bractées au dessous de chaque fleur. Cependant malgré l'absence des bractées, l'inflorescence du *Z. marina* ne peut être distinguée de celle du *Z. nana*, car les fleurs y apparaissent dans le même ordre et sont constituées de la même façon.

Nous avons vu chaque étamine apparaître sous la forme d'un mamelon arrondi, qui ne tarde pas à devenir ovale, avec son grand diamètre dirigé obliquement de bas en haut et de dehors en dedans. Ce mamelon grandit rapidement, débordant de chaque côté sa base d'insertion, qui se trouve bientôt réduite à une bande rectiligne et linéaire, parallèle au grand axe de l'étamine. Celle-ci se trouve donc réduite à une anthère sessile dont la face supérieure est marquée d'un sillon longitudinal indiquant sa division en deux logettes. Les parois de l'anthère sont alors constituées par une couche épidermique, à cellules incolores, doublée en dedans de deux ou trois couches de cellules aplaties, à parois très-minces. En aucun point de la paroi on ne trouve de cellules fibreuses. La cloison qui sépare les deux logettes est formée par trois ou quatre couches de cellules minces, assez semblables à celles qui forment les parois de l'anthère. Chaque logette contient un grand nombre de cellules polliniques. Je n'ai pas pu avoir d'échantillons assez frais pour étudier les premiers développements du pollen, et je me réserve de revenir plus tard sur cette question, qui n'a pas encore été étudiée d'une façon suffisamment précise. A l'âge le plus jeune qu'il m'ait été permis de les observer, les cellules polliniques sont elliptiques et disposées dans chaque logette transversalement, leur grand axe étant perpendiculaire au grand axe de l'anthère. La dimension de ces cellules étant alors très-réduite, chaque rangée horizontale est formée par un grand nombre

d'entre elles. A mesure que l'anthère grandit, les dimensions de ces cellules augmentent rapidement, mais seulement dans le sens de leur grand diamètre, et bientôt elles sont assez longues pour mesurer toute la distance qui existe entre la paroi extérieure de l'anthère et la cloison qui sépare les deux logettes, celles qui sont situées dans la partie médiane qui est la plus large de la logette, étant beaucoup plus longues que celles des extrémités. Les cellules polliniques ont alors la forme de bâtonnets cylindriques dont les deux extrémités sont arrondies. Elles sont disposées transversalement les unes au dessus des autres. M. Hofmeister qui, très-certainement, n'a observé que cet âge des grains du pollen, en a déduit leur mode de formation, qui résulterait, d'après lui, de la segmentation simplement transversale, d'une rangée verticale unique de cellules occupant l'axe de chaque logette anthérique ; les cellules filles ainsi formées et, dès le début, superposées les unes aux autres, dans une file unique, se bornant ensuite à s'allonger transversalement. Ce que nous avons dit des états primitifs du pollen, nous dispense d'insister sur cette manière hypothétique d'envisager sa formation. Plus tard, l'allongement des cellules polliniques continuant à se produire plus rapidement que l'élargissement des logettes de l'anthère, elles deviennent trop longues pour rester transversales et commencent à se contourner en spirale en même temps qu'elles deviennent obliques de haut en bas et de dedans en dehors, celles de la région médiane conservant encore des dimensions plus considérables que celles des extrémités. Enfin, au terme du développement, les cellules polliniques, devenues très-longues, forment, dans chaque logette, un paquet de filaments enroulés en spirale les uns autour des autres d'une façon très-régulière. A ce moment, la cloison qui séparait l'anthère en deux logettes se détruit peu à peu, sa résorption s'effectuant graduellement de la face libre de l'anthère vers son point d'insertion. L'anthère devient ainsi *uniloculaire*, un certain temps avant sa déhiscence, par le même procédé qu'une anthère de Malvacée, par exemple, qui était divisée au début de son développement en deux logettes, devient ensuite uniloculaire ; de la même façon encore que chacune des deux loges d'une anthère de Lis, de Renoncule, etc., qui, pendant la formation des graines de pollen, était subdivisée en deux logettes, devient simple au moment de la déhiscence. Les anthères des *Zostera* se comportent, en un mot, comme toutes les anthères, qui, lorsqu'elles doivent être uniloculaires, offrent d'abord deux logettes, et qui, lorsqu'elles doivent devenir biloculaires, offrent, au débu t,quatre logettes. L'oubli de ces faits, signalés pour la première fois par Mirbel (*Elém. de Physiol. végét. et de Bot.* [1815], 247), a entraîné M. Duval-Jouve, après MM. Hofmeister et Grönland, à admettre que l'anthère des *Zostera* est

biloculaire. « Les valves latérales, dit M. Duval-Jouve (*Loc. cit.*, 73), adhèrent à une cloison longitudinale peu large, qui divise l'anthère en deux loges. » En réalité, on ne peut pas plus dire de l'anthère des *Zostera* qu'elle est biloculaire qu'on ne le dit de celle des Mauves, ou qu'on ne dit des anthères des Renoncules qu'elles sont quadriloculaires. Au moment de la déhiscence, la cloison qui séparait les deux logettes primitives de l'anthère des *Zostera* est ordinairement complétement résorbée; il est rare qu'on en trouve alors quelque trace, et l'anthère est bien réellement uniloculaire. Les filaments polliniques mis en liberté se répandent alors sur les longs stigmates des pistils voisins. Les nombreuses observations que j'ai faites à cet égard ne me permettent pas d'admettre l'opinion de M. Duval-Jouve, d'après laquelle « sur toute la longueur persiste la cloison qui sépare l'anthère en deux loges, et, de chaque côté, persistent aussi les masses de filaments polliniques, sans être expulsées, sans changer de place et sans rien perdre de leur parallélisme primitif. » La cloison est, au moment de la déhiscence, comme je l'ai dit plus haut, à de rares exceptions près, complétement détruite, les deux valves de la loge sont largement écartées, et les filaments polliniques ne tardent pas à se montrer épars sur les fleurs voisines. Au moment de l'anthèse on trouve, presque toujours, la face florifère de l'épi entièrement recouverte de ces filaments. Il m'est également impossible d'admettre cette assertion de M. Duval-Jouve que « le *Zostera nana* demeure tout entier et toujours submergé » (*Loc. cit.*, 74). Je crois au contraire que cette espèce, de même que le *Z. marina,* ne produit de fleurs et de fruits qu'à la condition d'être alternativement découvert et couvert par la mer. Soit dans l'immense baie de Vigo, où, pendant de longs mois, j'ai pu observer cette plante, soit dans le bassin d'Arcachon, où elle est également très-abondante, je n'ai jamais trouvé un seul pied de *Zostera,* soit *nana,* soit *marina,* fleuri dans les points qui ne découvrent jamais. Un de mes amis, M. Marchandon, qui habite les bords du bassin d'Arcachon, et qui, depuis deux ans, me procure des *Zostera,* n'en a jamais, non plus, trouvé un seul pied fleuri dans les parties du bassin constamment inondées.

Pendant que la cloison de l'anthère se résorbe, les couches cellulaires internes des parois de la loge sont le siége d'un phénomène de même ordre qui s'accomplit assez rapidement pour qu'au moment de la déhiscence on ne trouve plus que la couche épidermique externe.

Le développement du pistil est toujours, dans chaque fleur, un peu plus lent, au début, que celui de l'anthère. Nous avons dit qu'il apparaissait au dessus des deux étamines, après elles et en dehors de la crête médiane, sous la forme d'un petit croissant, dont les deux cornes sont dirigées obliquement en dedans et en haut. Ce premier fait

nous rappelle ce qui se passe dans l'apparition du pistil des Graminées, et nous indique que dans les deux groupes de plantes, l'organe femelle est constitué par une seule feuille carpellaire. Les deux extrémités du croissant qui la représente ne tardent pas à s'unir, et l'enceinte ovarienne de forme elliptique, se trouve complétement fermée. De l'extrémité interne de cette muraille s'élèvent alors deux mamelons qui grandissent rapidement et deviennent deux stigmates filiformes, supportés par un pédicule ou style unique formé par le soulèvement du tissu carpellaire situé entre leurs points d'origine. A mesure que le style et les stigmates se développent, l'ovaire, dont la cavité s'est formée, grandit rapidement par son extrémité externe et inférieure, qui, débordant beaucoup son point d'insertion sur l'axe, va s'enfoncer sous le repli marginal de ce dernier. Le placenta, qui répond au point d'insertion de l'ovaire, donne naissance, pendant ce temps, à un petit mamelon cellulaire, conique, qui représente le début du nucelle du futur ovule. La direction de ce mamelon est d'abord exactement perpendiculaire à celle de la surface placentaire, mais, à mesure que ses enveloppes apparaissent autour de sa base, sa face supérieure s'accroissant plus rapidement que l'inférieure, il subit un commencement d'anatropie dont la connaissance me paraît avoir échappé jusqu'ici aux auteurs qui se sont occupés des *Zostera*. L'accroissement unilatéral de l'ovule cessant avant qu'il soit devenu complétement anatrope, et d'autre part, le placenta devenant lui-même de plus en plus oblique à mesure que l'ovaire grandit, l'ovule, lorsqu'il est entièrement formé, présente les caractères de l'orthotropie qui lui sont assignés dans tous les ouvrages, mais, en réalité, il est légèrement anatrope. La membrane externe de l'ovule reste plus courte que l'interne, et celle-ci la déborde toujours plus ou moins au niveau du micropyle, près duquel se développe le sac embryonnaire. Après la fécondation, celui-ci acquiert très-rapidement une dimension considérable, détruit autour de lui le tissu de l'extrémité du nucelle, en même temps qu'il refoule et dilate beaucoup les membranes ovulaires, et finit par former une vaste poche elliptique, remplie d'un liquide visqueux, vers l'extrémité micropylaire de laquelle se forme l'embryon. Je n'y ai constaté la formation d'aucune cellule d'albumen, mais l'embryon trouve une alimentation suffisante dans le protoplasma granuleux qui le remplit. Après avoir détruit le tissu nucellaire qui l'environnait, le sac embryonnaire se glisse entre la base du nucelle et les téguments, mais il ne parvient pas à détruire la portion du nucelle située au dessus de lui. Celle-ci persiste sous la forme d'un cône, à pointe d'abord irrégulière puis nettement arrondie, que nous retrouverons encore dans le fruit. Le sac embryonnaire resterait enveloppé, d'après M. Hofmeister, par un sac mince, amorphe,

résistant, qui serait une sorte de cuticule du nucelle considérablement dilatée par le sac. Ce que nous avons pu constater c'est que le vaste sac, plein de substance mucilagineuse, dans lequel se développe l'embryon, et qui reste très-longtemps visible, adhère intimement à la portion persistante du nucelle, et offre une résistance assez grande, mais je n'ai pas pu suivre assez exactement les diverses phases de sa formation, pour savoir si l'on doit le considérer, ou bien comme le sac embryonnaire très-développé et épaissi, ou bien, ainsi que le veut M. Hofmeister, comme un sac cuticulaire dépendant du nucelle; je tends cependant à croire que cette dernière opinion est la plus vraie, mais je me réserve de poursuivre, dès que j'en aurai les moyens, l'étude de cette question.

Avant d'exposer les faits qui se rapportent à l'organogénie de l'embryon, je crois utile de rappeler en quelques mots l'organisation du fruit et de la graine, dont les diverses parties ont été l'objet d'opinions contradictoires, particulièrement en ce qui concerne l'embryon. Le fruit est ovoïde, formé d'un péricarpe mince, membraneux, surmonté de la base du style, qui est persistante. Il s'ouvre par une fente longitudinale au niveau de sa face supérieure. La graine est pourvue d'un tégument unique, épais et très-résistant, parcouru extérieurement par des côtes saillantes longitudinales, qui dépendent d'une cuticule dont l'épaisseur est remarquable. En dedans de cette cuticule se voit une couche de cellules épidermiques aplaties, puis deux ou trois couches de cellules également plates et allongées. Du hile de la graine part un cône parenchymateux adhérent à la face interne de cette portion du tégument séminal, et qui s'enfonce dans sa cavité. Ce cône représente la portion persistante accrue du nucelle dont nous avons parlé plus haut, qui persiste indéfiniment. L'embryon, dépourvu d'albumen, remplit complétement la cavité des téguments. Il est constitué par une lame aplatie en forme d'écusson, à cellules polygonales remplies de grains d'amidon, celles de la superficie étant semblables aux autres, mais seulement un peu aplaties au niveau de leur face externe. Cet écusson est replié de façon à offrir une face externe convexe et une surface interne concave. Son bord supérieur est épais, ses bords latéraux minces, et son extrémité inférieure terminée par une petite pointe dirigée vers le micropyle. De la face interne de cet écusson se détache, vers le milieu de sa longueur, une colonne cylindrique deux fois coudée qui est à peu près complétement cachée par les bords rapprochés de l'écusson. Sa première portion est horizontale et courte; la deuxième descend verticalement jusqu'au niveau à peu près de l'extrémité inférieure de l'écusson; la troisième portion appliquée exactement contre la seconde remonte vers

la base de l'écusson et se termine par une pointe mousse qui s'applique contre l'extrémité inférieure du cône nucellaire, qu'embrasse la base de l'écusson. La première et la deuxième portion de ce cylindre sont pleines, et constituées par un tissu parenchymateux à cellules arrondies, remplies d'amidon, enveloppé d'une couche épithéliale et offrant, au centre, un faisceau rudimentaire qui part de la pointe de l'écusson, parcourt ce dernier dans sa moitié inférieure, puis pénètre dans le cylindre, sans envoyer aucun prolongement dans la portion supérieure de l'écusson, qui reste uniquement parenchymateuse. Ce faisceau, peu volumineux, est formé de cellules allongées et minces et ne contient aucun vaisseau. Au niveau de sa deuxième courbure, la structure du cylindre devient beaucoup plus complexe. Sa face externe offre une fente longitudinale dont les lèvres, lorsqu'on les écarte, laissent voir un bourgeon foliaire. Celui-ci est composé de deux ou trois petites feuilles aplaties et enveloppé par la base de la troisième portion ou partie ascendante du cylindre, dans laquelle se prolonge une ramification du faisceau central, qui va lui-même se terminer dans la gemmule.

Laissant de côté la discussion des nombreuses opinions émises au sujet de la nature morphologique de ces diverses parties, je me bornerai à suivre pas à pas l'organogénie de l'embryon, qui nous conduira, sans peine, à l'interprétation exacte de son organisation. L'embryon, d'abord constitué par une masse arrondie de tissus parenchymateux, prend bientôt, dans le *Z. nana,* la forme d'un petit cône cylindrique, à sommet mousse dirigé vers le micropyle et représentant la radicule, à base tronquée obliquement. Sur cette base, se montre ensuite un bourrelet en forme de croissant, plus épais et plus saillant au niveau de sa partie médiane, à pointes dirigées en avant et à peu près réunies l'une à l'autre. Ce bourrelet, premier rudiment du cotylédon, entoure un mamelon hémisphérique soulevé au centre de la base de l'embryon, et représentant le prolongement de l'axe, la gemmule.

Peu de temps après l'apparition du bourrelet cotylédonaire, la portion hypocotylée de l'embryon devient le siége de modifications importantes. D'une part, elle s'aplatit, peu à peu, d'avant en arrière, en même temps qu'elle devient plus large ; d'autre part, il se produit, en dehors du jeune cotylédon et en arrière de sa portion médiane, un accroissement exagéré du tissu de l'axe, qui donne lieu à une saillie parenchymateuse d'abord faible, qui finit par déborder en arrière le cotylédon, en même temps que ce dernier et la gemmule qu'il entoure sont repoussés sur la face antérieure. Cette bosse représente le premier âge de la portion supérieure épaisse que nous avons décrite dans l'écusson de l'embryon adulte. Son accroissement s'effectue avec une grande rapidité, et suit les mêmes lois que celui de la portion hypocotylée de l'embryon dont elle

n'est qu'un prolongement dorsal; c'est-à-dire, qu'en même temps qu'elle s'allonge au dessus du point d'insertion du cotylédon, elle s'aplatit devant en arrière et s'élargit latéralement, ses bords se confondant avec les bords de l'axe hypocotylé et ses faces antérieure et postérieure se continuant avec celles de ce dernier.

Par suite de la formation de cette bosse dorsale et de la forme que prend la portion axile de l'embryon, le cotylédon et la gemmule se trouvent bientôt situés à peu près au centre d'une lame aplatie, épaisse au milieu, plus mince sur les bords, irrégulièrement quadrilatère, qui représente l'écusson de l'embryon adulte. Pendant que cette lame s'étale, le cotylédon et la gemmule s'accroissent de leur côté. La gemmule forme d'abord, au centre de l'écusson, une saillie légère, conique, qu'entoure la partie inférieure du cotylédon. Celui-ci s'est allongé et a pris la forme d'une lame triangulaire, aplatie, dont la base forme un bourrelet circulaire autour de la gemmule, et dont la partie supérieure, largement ouverte en avant, est rejetée en arrière, sa face dorsale regardant la face antérieure de la bosse axile. Une première feuille, puis une seconde, se forment ensuite sur le sommet végétatif de la gemmule, tandis que le cotylédon s'allonge beaucoup et s'épaissit au niveau de son sommet. Pendant ce temps, le cotylédon et la gemmule se trouvent peu à peu soulevés par un allongement de la portion hypocotylée de l'axe se produisant entre le point d'insertion du cotylédon et la base de la bosse dorsale. Il se produit ainsi, par accroissement intercalaire, un cylindre qui se détache à angle droit de la portion de l'axe qui constitue l'écusson et qui représente lui-même un prolongement de cet axe. Le cotylédon qui termine ce cylindre formant avec lui, également, un angle à peu près droit, on peut comparer cet ensemble à une botte dont le cylindre axile, plus large à sa base qu'à son extrémité libre, représenterait la tige, tandis que le cotylédon figurerait le pied, et la gemmule le talon. Lorsqu'il a acquis une certaine longueur, le cylindre axile se recourbe et devient parallèle à l'écusson, son extrémité qui porte la gemmule se dirigeant en bas vers la pointe de l'écusson, c'est-à-dire de la radicule. Le cotylédon conserve toujours sa direction à angle droit sur l'extrémité du cylindre, et celui-ci formant en bas un deuxième coude au niveau duquel il se termine, le cotylédon, considérablement allongé, se trouve être parallèle à sa deuxième portion. Pendant qu'il s'accroissait en longueur, le cotylédon s'est plié longitudinalement, ses bords se sont rapprochés en avant et il cache maintenant la gemmule munie de plusieurs feuilles. L'écusson, qui a continué à s'accroître latéralement, a replié ses bords en avant, et enveloppe lui-même complétement, d'une part, à l'aide de sa portion inférieure ou radiculaire, la portion cylindrique de l'axe et le cotylédon, et, d'autre part, à l'aide de sa portion supérieure ou accessoire, la base persistante

du nucelle. L'embryon est enfin complétement formé, et nous voyons qu'il est constitué par un axe hypocotylé très-allongé, aplati dans sa portion inférieure, cylindrique dans sa partie supérieure, deux fois recourbé sur lui-même, sa première portion, aplatie, ayant son extrémité radiculaire dirigée vers le micropyle, sa deuxième portion cylindrique formant un angle droit avec la première et étant horizontale, enfin sa troisième portion étant parallèle à la première, et terminée en bas par la gemmule qu'entoure un cotylédon épais et conique parallèle à la troisième portion de l'axe (1). Au niveau de la première courbure, nous voyons que l'axe se prolonge en une bosse dorsale dont la formation a déterminé cette courbure. Enfin, l'écusson se montre à nous comme formé de deux parties nettement distinctes, l'une inférieure dont nous venons de parler, représentant la radicule de l'embryon ; l'autre, supérieure, accessoire, constituée par une hypertrophie localisée de la première et pouvant être comparée au *scutellum* des Graminées dont il nous servira peut-être à trouver la nature véritable.

Un rapprochement important se trouve ainsi établi entre les embryons de ces deux familles. Les *Zostera* se rapprochent encore des Graminées par une foule d'autres points que l'organogénie met très-nettement en relief. Nous avons vu que l'axe d'inflorescence des *Zostera* se rapprochait autant que possible de celui d'un grand nombre de Graminées et pouvait être considéré comme un épi unilatéral portant des fleurs alternes en nombre indéfini. Ces fleurs sont construites sur le même type que celles des Graminées, étant formées chacune de deux étamines et d'un seul pistil uniovulé. Le développement de l'ovaire rappelle complétement celui de l'ovaire des Graminées, et son organisation est la même : un carpelle unique surmonté de deux stigmates allongés. Dans les *Zostera* comme dans les Graminées, l'ovule est attaché sur la base organique de l'ovaire, et si, à l'état adulte, l'ovule des *Zostera* paraît être orthotrope, nous savons qu'après avoir suivi pas à pas son développement, on ne peut pas se refuser à lui accorder un certain degré d'anatropie. On peut, à cet égard, voir dans cet ovule quelque chose d'analogue à ce qui a été signalé par M. Baillon dans l'ovule des Benoites, dont l'anatropie n'est qu'incompléte, tandis que dans la plupart des autres Rosacées elle est aussi parfaite que possible. Les *Zostera* se comportent, à ce point de vue, à l'égard des autres Graminées, comme les Benoites à l'égard des Roses. L'ovule des *Zostera* offre, il est vrai, un degré d'anatropie inférieur à celui des Benoites, mais n'en doit pas moins être considéré comme anatrope. La graine des *Zostera* est dépourvue d'albumen, tandis que celle des Graminées est albuminée,

(1) La première racine adventive se voit au niveau de la deuxième courbure du cylindre qui porte le cotylédon, au dessous de la gemmule. Je n'ai pas pu obtenir de germination.

mais nous savons que ce caractère, regardé autrefois comme très-important, n'a réellement que peu de valeur, car dans un grand nombre de groupes naturels, on trouve réunies côte à côte des plantes avec albumen et des plantes sans albumen. Les organes mâles ne nous offrent pas davantage que le pistil ou la graine, le moyen de séparer complétement les *Zostera* des Graminées, quoique les étamines soient plus réduites dans les premières que dans les secondes. Enfin, les organes végétatifs ont la plus grande analogie dans les deux groupes. Nous pensons donc que les *Zostera* représentent le type aquatique, marin et réduit des Graminées et doivent être placés à la suite de cette famille, avec laquelle ils ont plus d'analogie qu'avec toutes les autres.

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE VI.

Fig. 1. — Inflorescence très-jeune de *Zostera marina*. Axe d'inflorescence *a* en forme de cône, terminant l'axe végétatif avec sa dernière feuille *b* qui deviendra la spathe ; *s, s,* mamelons stipulaires de la spathe.

Fig. 2. — La même inflorescence plus âgée. L'axe s'est allongé, aplati, et commence à s'épaissir sur les bords pour former les replis latéraux *rl.*

Fig. 3. — La même inflorescence, à la base de laquelle se montre un premier mamelon staminal *e'*.

Fig. 4. — La même inflorescence sur laquelle un certain nombre de fleurs sont déjà développées, chaque fleur étant composée de deux étamines *e' e''*, et d'un carpelle *c* ; vers le sommet de l'inflorescence l'étamine inférieure d'une fleur *e'* est seule encore formée; au dessus de son extrémité externe, l'axe s'est soulevé pour former une petite saillie *cm* qui est le premier rudiment de la crête médiane de l'inflorescence. Dans les fleurs plus avancées, cette petite crête, en forme de croissant, s'étend entre les deux étamines de chaque fleur. A la base de l'inflorescence on voit, en avant, les deux prolongements stipulaires *ss* assez développés.

Fig. 5. — Jeune inflorescence de *Zostera nana*, portant un certain nombre de fleurs construites comme celles de l'espèce précédente ; les lettres ont les mêmes significations que dans la figure 4. Dans le haut de l'inflorescence, à gauche, se voit une bractée florale *bf*, à l'aisselle de laquelle les étamines ne sont pas encore formées. Dans les autres fleurs plus âgées, la bractée florale *bf* est bien développée au dessous de l'étamine inférieure.

Fig. 6. — Le sommet de l'inflorescence montre l'étamine inférieure *e'* d'une jeune fleur seule formée en dedans de la bractée florale.

Fig 7. — Portion d'inflorescence plus âgée de *Z. nana ; cm*, crête médiane sinueuse, commençant à se former par la réunion des petites crêtes de chaque fleur. Les replis latéraux *rl*, déjà bien développés, commencent à recouvrir la base des bractées florales et les extrémités externes des étamines.

Fig. 8. — Portion d'inflorescence adulte de *Z. marina*. Les lettres ont la même signification que dans les figures précédentes.

Fig. 9. — Portion d'inflorescence de *Z. Marina*, dont les étamines sont tombées laissant des cicatrices *ci'*, *ci''* et dont certains péricarpes *p* sont ouverts; dans la portion inférieure, à droite, on voit dans la cavité de l'un des péricarpes la graine adulte *gr* prête à se détacher.

Fig. 10. — Portion inférieure d'une inflorescence adulte de *Z. nana*. Les lettres ont la même signification que dans les figures précédentes.

Fig. 11. — Feuille carpellaire jeune *c* avec deux stigmates naissants *st*, *st*.

Fig. 12. — La même un peu plus âgée.

Fig. 13. — Coupe verticale d'un carpelle un peu plus avancé en âge que les précédents, avec un stigmate *st*, plus développé ; sa cavité ne contient encore aucune trace d'ovule.

Fig. 14. — Carpelle un peu plus âgé. dans lequel l'ovule *o* se montre sous la forme d'un mamelon nucellaire conique, perpendiculaire à la surface sur laquelle il est implanté.

Fig. 15. — L'ovule muni de sa première enveloppe est déjà un peu anatrope.

Fig. 16. — L'ovule muni de ses deux enveloppes, encore imparfaitement formées, est un peu plus anatrope.

Fig. 17. — 18. — 19. — États de plus en plus avancés de l'ovaire et de l'ovule.

PLANCHE VII.

Fig. 1. — Ovule dans lequel l'embryon *e* a commencé à se former; *f*, funicule; *pr.* primine; *sc*, secondine; *n*, nucelle; *se*, sac embryonnaire.

Fig. 2. — Ovule plus avancé en âge; *v*, vésicule remplie d'un liquide mucilagineux et granuleux, dans l'extrémité de laquelle se trouve l'embryon *e*.

Fig. 3. — Ovule plus avancé en âge avec l'embryon déjà un peu mieux formé. Les lettres ont la même signification que dans les figures précédentes.

Fig. 4. — Jeune embryon de *Zostera nana* : *ah*, axe hypocotylé ; *co*, cotylédon très-jeune ; *ag*, axe de la gemmule embrassé par le cotylédon.

Fig. 5. — Embryon un peu plus âgé, dans lequel commence à se former, en arrière du cotylédon, une bosse dorsale *bd* encore très-rudimentaire.

Fig. 6. — Embryon plus avancé en âge, vu de face ; il offre une bosse dorsale qui déborde en arrière le cotylédon.

Fig. 7. — Le même embryon vu de profil.

Fig. 8. — Jeune embryon de *Zostera marina*. Les lettres ont la même signification que dans les figures précédentes. L'axe hypocotylé est aplati d'avant en arrière et un peu élargi. La bosse dorsale n'est pas encore visible.

Fig. 9. — Embryon un peu plus âgé vu de profil ; la bosse dorsale *bd* commence à dominer le cotylédon.

Fig. 10. — Embryon plus âgé que le précédent ; la bosse dorsale est très-prononcée.

Fig. 11. — L'axe hypocotylé très-aplati et élargi commence à former des replis latéraux *rl ;* une première feuille *fe* se montre en alternance avec le cotylédon *co.* Le point d'insertion de ce dernier commence à être soulevé en avant par une saillie de la face antérieure de l'axe.

Fig. 12. — Les replis sont plus prononcés et la saillie médiane s'est allongée.

Fig. 13. — 14. — 15.. — Ages de plus en plus avancés du même embryon du *Z. marina.* Dans toutes ces figures les lettres ont la même signification que dans les précédentes.

Fig. 16. — Cotylédon avec la gemmule qu'il embrasse et que ses bords écartés permettent de voir.

Fig. 17. — Embryon adulte vu par sa face ventrale : *t,* téguments séminaux coupés ; *n,* portion conique, persistante du nucelle ; *r,* replis latéraux de l'axe ; *bd*, sa bosse dorsale ; *co ,* cotylédon, embrassé par les deux replis latéraux qui, en haut, enveloppent le cône nucellaire.

Fig. 18. — Coupe verticale de l'embryon adulte montrant le faisceau qui le parcourt.

Fig. 19. — Anthère très-jeune montrant la disposition des grains polliniques. Ces derniers, encore très-petits, sont elliptiques et nombreux sur une même rangée horizontale. Leurs extrémités se glissent les unes entre les autres.

Fig. 20. — Masses polliniques d'une anthère plus âgée, montrant les grains de pollen, qui se sont beaucoup allongés, disposés à peu près parallèlement les uns au dessus des autres, chacun étant aussi long que la logette est large.

Fig. 21. — Masse pollinique d'une anthère plus âgée. Les grains de pollen beaucoup plus longs, ont une direction oblique par rapport à l'axe de la masse et commencent à former des spirales.

Fig. 22. — Grains de pollen appartenant à l'anthère de la figure 19. Ils sont très-courts et il en faut un grand nombre bout à bout pour occuper transversalement la largeur de la logette.

Fig. 23. — Grains de pollen un peu plus âgés ; ils commencent à s'allonger transversalement.

Fig. 24. — Les grains, plus âgés, ont acquis assez de longueur pour qu'un seul occupe toute la largeur de la logette.

Fig. 25. — Trop longs pour rester transversaux, les grains de pollen prennent une direction un peu oblique.

Fig. 26. — Grains de pollen, devenus très-longs et commençant à s'enrouler en spirale autour de l'axe de la masse pollinique.

Fig. 27. — Coupe verticale d'une étamine jeune passant par son point d'insertion et montrant la cloison *k* qui sépare les deux logettes pleines de grains de pollen *po* déjà longs et coupés transversalement.

Fig. 28. — Coupe verticale d'une anthère un peu plus âgée, faite un peu en avant de son point d'insertion, et montrant la cloison *k* en voie de résorption ; les parois sont réduites, d'un côté, à la couche épidermique seule ; de l'autre côté, la résorption des couches internes n'est pas encore tout à fait achevée.

Fig. 29. — Coupe transversale de la graine adulte ; *t*, tégument séminal ; *r*, replis latéraux ; *co*, cotylédon coupé transversalement au dessus du point où il embrasse la gemmule ; *a*, axe coupé au niveau de sa saillie médiane, montrant le faisceau qui s'enfonce dans cette saillie. Tout l'embryon est constitué par des cellules polygonales remplies de fécule.

M. J. CHATIN

Professeur agrégé à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris.

ÉTUDES HISTOLOGIQUES ET HISTOGÉNIQUES DES GLANDES FOLIAIRES INTÉRIEURES (1)

— Séance du 21 août 1875. —

M. G. DUTAILLY

OBSERVATIONS SUR L'APONOGETON DISTACHYUM

— Séance du 21 août 1875. —

La petite famille des Aponogétacées, proposée par M. J.-E. Planchon, et qui comprend les deux genres *Ouvirandra* et *Aponogeton,* possède avec les Alismacées, les Juncaginées, les Potamées, etc., des affinités nombreuses qui, tôt ou tard, permettront peut-être de la classer comme série dans l'un ou l'autre de ces groupes. Elle s'en distingue toutefois par quelques caractères qui ne sont point sans importance, et que ce mémoire a pour but de mettre en lumière, dans une espèce étudiée spécialement, l'*Aponogeton distachyum.* A la vérité, l'attention de M. Planchon s'était déjà portée sur cette plante, et ce sont même les particularités curieuses signalées par ce botaniste qui nous ont engagé à en reprendre l'étude. Mais on verra par la suite que si l'organisation de ce végétal est en effet des plus étranges, c'est principalement par

(1) Comptes rendus de l'Ac. des Sc. 1876.

certains côtés jusqu'ici demeurés dans l'ombre, tandis que la plupart des anomalies indiquées par M. Planchon se ramènent, en dernière analyse, à des faits connus et fréquents dans le règne végétal. Dans l'étude à laquelle nous allons nous livrer, nous passerons rapidement sur les faits hors de tout conteste, les négligeant même souvent d'une manière absolue pour insister surtout sur ceux que nous interprétons différemment de M. Planchon ou que nous sommes le premier à faire connaître.

Au moment où la graine mûre s'échappe du carpelle, si on la débarrasse de son spermoderme, on remarque en général que deux feuilles de la gemmule sont déjà très-nettement visibles, ce qu'avait d'ailleurs reconnu M. Planchon. Parfois l'une des deux, se superposant à l'autre, la dissimule totalement à la vue. La dissection montre que, en dessous de ces deux feuilles primordiales, s'en trouvent encore trois ou quatre autres, de taille régulièrement décroissante. La direction qu'affectent, dans la graine, les deux premières feuilles est très-variable. Tantôt elles demeurent rectilignes et s'allongent parallèlement à l'axe du cotylédon, contre lequel elles s'appliquent. Tantôt, se courbant subitement vers leur milieu, elles viennent se placer contre l'une ou l'autre des deux faces latérales cotylédonaires. Il est à noter qu'elles sont d'un beau vert et que les grains chlorophylliens qui les gorgent ont apparu dans la graine même avant la maturité parfaite de l'embryon. Il faudrait se garder ici, pour interpréter cette formation précoce, de rappeler ce qui a lieu chez les Conifères, dont les cotylédons peuvent verdir durant la germination à l'obscurité. Le spermoderme de l'*Aponogeton* étant mince et translucide de même que la paroi carpellaire, la lumière traverse aisément ces diverses enveloppes pour pénétrer jusqu'à l'embryon. La graine d'ailleurs peut germer, à peine récoltée. En quarante-huit heures, les deux principales feuilles gemmulaires ont déjà subi une notable élongation. Avant toute germination, la radicule fait saillie à la surface du spermoderme, en y constituant un petit mamelon obtus. Avec un peu d'attention, on découvre également à la base de la gemmule une très-faible élevure, indice de la première racine adventive. Cette dernière, se constituant avant la maturité complète de la graine, est déjà bien visible au moment de la déhiscence carpellaire. Rappelons ici que l'*Aponogeton* n'est point le seul exemple que l'on puisse donner d'une plante développant aussi prématurément ses racines adventives. Certaines graminées, le fait est bien connu, présentent notamment le même phénomène.

La germination n'a été étudiée que dans ses tout premiers débuts par M. Planchon. Nous l'avons, au contraire, poursuivie à travers toutes ses différentes périodes, afin de nous rendre un compte exact des modifications que subit la plantule durant la constitution de son rhizome.

Quant à ce dernier, nous en avons également observé l'évolution complète, et nous pouvons dire dès maintenant que le tubercule d'*Aponogeton* qui vieillit subit des modifications que ne faisait à aucun degré présager son étude à l'état jeune.

Si, au moment de la maturité de la graine, on fait une section longitudinale de l'embryon passant par la radicule et la gemmule, on constate facilement la pauvreté en amidon de la radicule formée simplement à cette époque, et, comme le prouve l'observation microscopique, par le petit mamelon conique visible à la partie inférieure de l'embryon. Par contre le tissu utriculaire qui constitue le renflement tigellaire, première ébauche du bulbe, est gorgé de gros grains amylacés que l'on retrouve encore dans le cotylédon, mais en moindre quantité. Si l'on ajoute que le tissu de la tigelle est plus ferme et plus compacte que celui du cotylédon; que ses éléments polygonaux, comme ceux de ce dernier, sont d'ailleurs beaucoup plus petits; qu'enfin les cellules rectangulaires et nettement orientées en files longitudinales de la radicule sont totalement différentes de celles de la tigelle et du cotylédon, on aura des caractères qui, de prime à bord, différencient nettement ces trois organes : la radicule, le cotylédon, la tigelle, et en tracent les limites respectives.

Au début de la germination, les modifications qui s'accomplissent dans la tigelle paraissent, extérieurement au moins, moins marquées que celles des autres parties de l'embryon. En effet, pendant que les feuilles s'allongent, la première engaînant par sa base la seconde comme celle-ci engaîne la troisième; pendant que la radicule et la première racine adventive se développent et se recouvrent vers leur extrémité de poils absorbants, c'est à peine si la tigelle se gonfle et s'épaissit, suffisamment toutefois pour tracer superficiellement une ligne de démarcation entre elle et le cotylédon, ligne que seule tout d'abord l'anatomie indiquait dans sa profondeur. Elle demeure quelque temps dans cet état, pendant que se multiplient les racines adventives. Le mode d'apparition de ces dernières vient heurter une opinion trop généralement répandue suivant laquelle les racines adventives naîtraient éparses et sans ordre. Dans le cas actuel, quand la germination s'effectue dans de bonnes conditions, on les voit presque toujours apparaître en des points bien déterminés, alternativement à droite et à gauche de la gemmule, de bas en haut, ainsi que le montrent les figures 3 et 4 (Pl. VIII), et comme s'il existait une certaine relation entre leur développement et celui des feuilles de la tigelle.

C'est alors seulement que la tigelle, puisant dans le sol ou dans l'eau par leur intermédiaire, empruntant d'ailleurs au cotylédon la nourriture amylacée qu'il renferme, commence à prendre un accroissement

prépondérant. Elle se renfle dans toute son étendue, mais plus spécialement dans ses portions inférieures, au dessous des racines adventives rangées en une sorte de couronne autour de la base des feuilles. (Pl. VIII, fig. 5.)

Cette augmentation de volume de la tigelle tient d'abord exclusivement à une simple amplification des éléments préexistants. Plus tard, nous le verrons, la structure anatomique de la tige se modifie et se complique. Quoi qu'il en soit, le renflement tigellaire se prononçant de plus en plus, la radicule, devenue une racine mince et allongée que rien, dans sa structure ni dans son aspect extérieur, ne différencie des racines adventives voisines, se trouve peu à peu rejetée sur le côté (Pl. VIII, fig, 4 et 5), situation qu'elle occupe d'ailleurs le plus fréquemment dans la graine, mais à un moindre degré, avant tout phénomène de germination (Pl. VIII, fig. 2 bis). Elle continue à vivre pendant quelque temps encore, et nous la retrouvons à des états plus avancés du végétal que représentent les figures 6 et 7 (Pl. VIII, *a, a*). Mais, finalement, elle meurt et se détruit avant toutes les racines adventives ; ce qui se comprend, puisqu'elle les a précédées dans son apparition.

D'un autre côté, le cotylédon s'étant peu à peu dépouillé de son amidon, se flétrit et tombe en pourriture, de son extrémité libre vers son point d'insertion. En même temps que s'opère cette destruction irrégulière, il s'effectue vers sa base un travail tout spécial, d'une régularité parfaite cette fois, et qui a pour but la séparation du cotylédon d'avec le bulbe, son élimination en quelque sorte ; opération devenue nécessaire, puisque le cotylédon, ayant cessé d'être un réservoir alimentaire, n'est plus qu'un corps inerte dont l'être vivant doit avoir hâte de se débarrasser. Cette sorte de désarticulation, qui n'a jusqu'ici été signalée par personne dans les embryons monocotylés et qui probablement est fréquente, se trouve sous la dépendance d'une couche génératrice subériforme qui, sur plusieurs rangs cellulaires en épaisseur, se constitue entre le cotylédon et la tigelle, s'accroît par cloisonnement centripètes (Pl. VIII, fig. 11) et se relie de tous côtés avec une couche subéreuse semblable étendue sur toute la périphérie du bulbe dont l'épiderme s'exfolie. Ce phénomène, en somme, n'a rien qui puisse surprendre. Le cotylédon n'est qu'une feuille : il se désarticule donc comme le font tant d'autres appendices qui tombent, comme le font même nombre d'organes axiles.

Immédiatement après la disparition du cotylédon, la jeune plante se montre à l'observateur telle que la représente la figure 7 (Pl. VIII.) En *b*, se voit la cicatrice qui s'est formée au point où s'insérait le cotylédon, dont quelques derniers débris existent même souvent encore ; près d'elle se dressent les jeunes feuilles, réunies en une sorte de faisceau

et dont nous étudierons bientôt l'arrangement si bizarre ; on reconnaît encore la racine primordiale *a* ; 1 est la première des racines adventives. Quant aux autres, elles se groupent en une sorte de collier qui entoure le bulbe, à la base des feuilles. Le bulbe, enfin, est représenté par un renflement ovoïde sur la structure duquel quelques détails sont nécessaires.

A. Saint-Hilaire, comparant aux ovules anatropes le bulbe adulte de l'*Aponogeton distachyum*, bulbe bien différent du tubercule jeune que nous envisageons en ce moment, a pensé que l'évolution y détermine des modifications telles qu'il subit une sorte d'anatropie, le sommet organique se recourbant pour venir s'appuyer contre la partie inférieure de l'organe. Cette opinion n'est nullement erronée, ainsi exprimée d'une manière générale. L'anatropïe existe sans conteste ; mais elle est, en réalité, moins prononcée qu'on ne l'avait pensé et qu'elle ne le paraît d'après un examen superficiel. C'est surtout durant les premiers débuts du rhizome qu'on pourrait la juger considérable, et cependant, à ce moment, elle est à peine marquée. Cette assertion trouve sa justification dans l'étude du système fibro-vasculaire de la plante.

Si la cicatrice *b* (Pl. VIII, fig. 7) correspondait à la base organique du bulbe, il est certain que ce dernier, eu égard au rapprochement existant entre cette cicatrice et le sommet végétatif, serait fortement anatrope. Mais nous avons vu qu'elle répond au point d'attache du cotylédon, lequel, en sa qualité d'appendice, occupe nécessairement une situation latérale par rapport à la tigelle. Que l'on veuille bien examiner, pour s'en rendre un compte exact, les figures 8, 9 et 10 (Pl. VIII). On verra que le faisceau cotylédonaire *r* vient s'insérer sur le côté des faisceaux *s* de la tigelle, tandis que le système fibro-vasculaire *t* de la racine se trouve à peu près en continuation rectiligne avec celui de la tigelle. Il en résulte que l'axe réel du végétal, au lieu d'être dirigé suivant une ligne courbe qui partirait du point *u* (Pl. VIII, fig. 9) et suivrait le faisceau cotylédonaire jusqu'à son insertion pour remonter ensuite le long des faisceaux de la tige vers le point végétatif de cette dernière, possède au contraire une direction presque rectiligne, puisque l'une de ses deux extrémités se trouve à l'insertion de la radicule, tandis que l'autre passe au niveau du sommet organique de la plante. A ce moment donc, toute l'anatropie se réduit à une très-légère courbure vers le bas du système fibro-vasculaire de la tigelle, au dessus de l'insertion anatomique du cotylédon ; et si, extérieurement, elle peut paraître assez considérable, cela tient surtout à l'amplification des éléments qui prédominent à la partie inférieure.

« Observé dans la plante d'un an, dit M. Planchon (¹), le bulbe est déjà un tubercule allongé, divisé en deux parties distinctes par un léger étranglement. » Notre figure 6 (Pl. IX) représente le tubercule, comme l'a vu M. Planchon, à l'âge d'un an environ. Mais, entre lui et le jeune bulbe, tel que nous l'avons décrit plus haut et tel que le reproduit la figure 7 (Pl. VIII), il existe nécessairement des intermédiaires. C'est précisément pour les avoir laissés de côté que M. Planchon a été conduit à une interprétation toute spéciale des renflements du bulbe adulte, interprétation dont bientôt nous démontrerons l'inexactitude. Les formes intermédiaires sont représentées par les figures 4 et 5 (Pl. IX). Voici quelle est leur genèse. Au bout de quelques mois, les premières feuilles meurent, comme d'ailleurs aussi les premières racines. De tous ces organes, il reste seulement quelques faisceaux qui, sous forme de fibrilles, persistent un peu au dessous du sommet du bulbe (Pl. IX, fig. 4, *o*). Cependant, il s'est constitué une seconde génération de feuilles et de racines adventives, et la portion de tige comprise entre ces nouveaux organes et les débris des anciens s'épaissit (Pl. IX, fig. 4, *i*), se renfle bientôt, principalement dans les portions inférieures (Pl. IX, fig. 5, *i*), et finit par proéminer de telle sorte (Pl. IX, fig. 6, *i*) qu'elle arrive à constituer, à côté du renflement bulbaire primitif, un renflement intercalaire plus considérable que le premier. Comme les couches cellulaires subéreuses de la tige ne sont pas susceptibles de se dilater indéfiniment, à mesure que s'épaissit cette gibbosité nouvelle, elles éclatent de bonne heure sous forme de courtes lanières brunes ou de dentelures (Pl. IX, fig. 4, 5, 6, *s*) longtemps visibles, et du milieu desquelles le renflement secondaire a l'air de s'échapper avec effort, comme d'une sorte de volva.

Nous ne savons point combien il faut de temps à cette formation nouvelle pour se constituer en entier. Elle peut atteindre des proportions considérables, celle d'un œuf de poule, par exemple, tandis que le tubercule primaire demeure stationnaire. Nous ignorons également combien de temps les choses peuvent rester en cet état. C'est en tout cas le stade le plus élevé de l'évolution du rhizome qu'ait pu observer M. Planchon, puisque, selon lui, « la végétation de l'*Aponogeton* étant continue, son tubercule n'offre pas ces étranglements successifs qui caractérisent tant de tiges souterraines. » (P. 114.)

Il y a là une double assertion qu'il importe de rectifier. La végétation de l'*Aponogeton* n'est nullement continue. De plus, dans un tubercule âgé, on peut rencontrer jusqu'à trois ou quatre étranglements successifs alternant avec autant de gibbosités. Le premier étrangle-

(¹) J. E. PLANCHON, in Ann. sc. nat., 3ᵉ sér. I, 113.

ment formé est précisément celui qui sépare les deux renflements successifs dont nous venons de décrire le mode de production. M. Planchon l'a observé comme nous, et pourtant il n'hésite pas à avancer que la végétation de l'*Aponogeton* est continue. C'est que, pour cet auteur, l'interprétation morphologique du rhizome est totalement différente de la nôtre. Pour nous, les deux portions renflées sont, on l'a vu, de nature caulinaire. L'étude de leur évolution, l'observation anatomique ne nous paraissent point laisser de doute sur ce sujet. Pour M. Planchon, au contraire, la première gibbosité, le mamelon inférieur, appartient à la racine primordiale, tandis que la seconde *seule* représente la tige. « Le mamelon inférieur, dit-il, est bien intéressant à signaler, parce qu'il représente, même dans une plante âgée, la racine primordiale de la plante, cette même racine qui se détruit si vite chez les Palmiers, chez les Graminées et, en général, chez le plus grand nombre des Monocotylédons ». P. 113. « Quant à nos raisons, ajoute-t-il, pour assigner à ce mamelon inférieur le nom de racine primordiale, elles sont fondées sur ce qui se passe dans la germination et sur l'analogie ». (P. 113.)

Laissons de côté tout raisonnement par analogie pour nous en tenir aux faits précis que révèle l'étude de la germination. « La base de l'embryon, a observé M. Planchon, est obliquement tronquée, et une couleur plus pâle la distingue de tout le reste. Cette base représente une radicule très-aplatie et, vers son milieu, un mamelon conique est le rudiment de la racine primordiale. » (P. 116.)

Sans nous arrêter à cette bizarre distinction entre la radicule et le rudiment de la racine primordiale, deux organes qui n'en forment qu'un seul et même en réalité ; sans vouloir non plus rechercher si la radicule n'est pas, comme le dit fort justement M. Duchartre (1), « l'extrémité libre et pointue » du petit cône inférieur de l'embryon plutôt que la surface tronquée sur laquelle s'implante ce cône, nous passons à une autre citation qui complète la pensée de M. Planchon. Lors de la germination, suivant lui, « la base de l'embryon s'aplatit un peu plus ; un faible bourrelet circulaire la circonscrit et la distingue de l'embryon. Le mamelon radiculaire se développe en pointe conique... Ce mamelon radiculaire conique est l'origine de cette racine primordiale tubéreuse, de ce mamelon inférieur, que nous a présenté le tubercule de la plante. » (P. 117.)

Dans nos figures 1-7 (Pl. VIII), le bourrelet circulaire dont parle M. Planchon est représenté en *m*, la racine primordiale se trouvant désignée par la lettre *a*. Or, il est facile de se convaincre, par la seule inspection

(1) P. DUCHARTRE, Elém. de Bot., 115.

des dessins, que si quelque chose se renfle et passe à l'état de mamelon, ce n'est nullement la portion sous-jacente au bourrelet *m*, portion que M. Planchon nomme la radicule. Ce bourrelet limitant devient, de son côté, de moins en moins distinct. Dans la figure 5, il est déjà moins reconnaissable, et c'est à peine si dans les germinations que reproduisent les figures 6 et 7, on en retrouve quelques traces. Il a complétement disparu dans les figures 4, 5, 6, de la Planche IX, comme d'ailleurs toute trace de la racine principale et même de la cicatrice du cotylédon, grâce à la prolifération incessante du parenchyme subéreux qui comble d'abord la cicatrice et finit par recouvrir tout le tubercule d'une couche uniforme. Donc, d'après un simple examen superficiel, on arrive à conclure que le renflement ne tient rien de la racine, mais au contraire appartient en entier à la tige. Allons plus loin et pénétrons dans l'intimité des tissus. Les figures 8, 9, 10 (Pl. VIII) et 1 (Pl. IX) reproduisent des sections longitudinales de l'embryon à différents états de germination. Tout d'abord, il est indiscutable que le cotylédon s'implante sur la tigelle et non point sur la radicule. Comme l'attache cotylédonaire occupe le bord supérieur du bulbe dans presque toute sa longueur, on se trouve en droit de conclure de cette simple remarque que la majeure partie au moins du tubercule primaire revient sans conteste à la tigelle. De plus, la structure spéciale aux racines ne se retrouve pas dans le bulbe, tandis qu'elle est très-nettement visible dans la racine primordiale, à partir de son point d'insertion sur la surface tronquée. Par suite, les limites de la tige bulbeuse se trouvent de toute nécessité reportées jusqu'au point d'insertion extérieurement apparent de la racine, lequel marque aussi son insertion anatomique. En somme, si les idées de M. Planchon subsistaient, on se trouverait dans la nécessité d'admettre que le faisceau cotylédonaire s'insère sur la racine, puisque c'est surtout au voisinage de son insertion que s'accroît le tubercule primaire. Il faudrait conséquemment supposer que la tigelle, ce trait d'union nécessaire entre la gemmule, la radicule et le cotylédon, manque totalement durant les premiers mois, puisque le tubercule supérieur qui, d'après M. Planchon, la représente *exclusivement,* ne commence à se développer que longtemps après le début de la germination. Toutes ces hypothèses sont inadmissibles et, par suite, l'interprétation de M. Planchon doit être totalement abandonnée. Il faut tenir la racine primordiale comme l'analogue de celles de tant d'autres plantes monocotylédones, comme elles mince et allongée, comme elles aussi se détruisant prématurément, sans jamais constituer un pivot durable.

De tout ce qui précède, il résulte encore que l'accroissement du rhizome, durant la première année au moins, n'est nullement continu,

puisque deux périodes d'épaississement bulbaire ont été coupées en quelque sorte par un repos, un temps d'arrêt marqué par le resserrement intercalaire. A mesure que la plante vieillit, on voit se reproduire alternativement les mêmes phénomènes. Au dessus du second renflement, apparaît un nouveau collier de racines et de feuilles que surmontera plus tard un troisième renflement né de la même manière que le renflement *i* (Pl. IX, fig. 4, 5, 6). Dans ce dernier toutefois l'anatropie était extrêmement marquée. C'est même à ce moment de la végétation qu'elle l'est le plus. La figure 1 (Pl. IX), qui représente une section longitudinale d'un rhizome intermédiaire entre ceux que reproduisent les figures 5 et 6 (Pl. IX), montre très-clairement la courbure du système libéro-ligneux du renflement *i*. Dans un troisième renflement venant se superposer à ce dernier, elle serait déjà moins prononcée. Dans le quatrième, elle peut être à peine sensible. Somme toute, l'accroissement en épaisseur, au lieu de prédominer en certains points, s'est graduellement généralisé sur toute la périphérie de chaque renflement, et le tubercule prend finalement une direction à peu près rectiligne. (Pl. IX, fig. 7).

Comme le végétal fournit indéfiniment des feuilles et des inflorescences au dessous de son sommet végétatif; comme, en d'autres termes, l'accroissement longitudinal de la tige est indéfini, il s'ensuit que le nombre des renflements et étranglements qui peuvent apparaître les uns à la suite des autres est illimité. Et cependant on ne rencontre jamais rien qui ressemble aux longues souches moniliformes que devrait former un pareil rhizome. Il est même bien rare que l'on puisse trouver plus de trois ou quatre renflements placés bout à bout. Constitué par deux tubercules réunis sur un pied commun, le rhizome que représente la figure 7 (Pl. IX) est assurément, à ce point de vue, l'un des plus complets que nous ayons rencontrés. De bas en haut, on y observe trois étranglements transversaux : l'un, *b*, sur le pied commun, et les deux autres *c* et *c'*, *d* et *d'*, sur chacun des tubercules jumeaux. Pourquoi donc cette minime quantité de renflements dans un organe qui, théoriquement au moins, devrait en offrir un nombre considérable, au bout de quelques années? Cela tient à deux causes bien distinctes. En premier lieu, quoique l'accroissement terminal soit indéfini, le sommet végétatif subit certaines modifications qui ne peuvent qu'en retarder l'élongation. Il est à noter en second lieu que, à mesure que le tubercule s'allonge par son point végétatif, il se détruit à l'arrière, perdant par conséquent d'un côté tout ou partie de ce qu'il gagne de l'autre. Nous allons successivement passer en revue ces deux ordres de phénomènes.

Le rhizome représenté par la figure 7 (Pl. IX), est déjà fort différent

de celui de la première année. Mais nous en avons pu étudier d'autres plus avancés en âge chez lesquels l'évolution avait déterminé des modifications telles que, entre eux et les bulbes précédemment décrits, il n'existait plus, en apparence du moins, que des rapports lointains. L'un d'eux, notamment, âgé d'environ huit ans, au dire des jardiniers qui le cultivaient, offrait un pied commun semblable à celui du tubercule de la figure 7 (Pl. IX) et sur lequel s'épanouissaient, à la manière des branches d'un chou-fleur, dix-huit ramifications courtes et trapues, d'âge différent. Que l'on se figure, pour expliquer leur agencement et leur mode d'origine, la bipartition répétée de chacun des deux tubercules de la figure 7. De leur première partition naîtraient d'abord quatre branches, qui, bifurquées à leur tour, produiraient huit ramifications ternaires engendrant, par dichotomisation finale, seize tubercules quaternaires terminaux. A la vérité, notre plante en comptait dix-huit. C'est que déjà de nouvelles partitions s'étaient effectuées dans certains points, tandis que d'autres sommets végétatifs demeuraient encore indivis.

Et maintenant une question se présente. Y a-t-il réellement bifurcation du sommet végétatif ou simplement ramification latérale ? En apparence, tout au moins, il y a bipartition. Mais le nombre des tubercules qu'il nous a été donné d'examiner était restreint et nous n'avons pu observer ni anatomiquement, ni organogéniquement, les ramifications filles au moment précis de leur apparition, constater par conséquent si les cellules apicales du cône de végétation se partagent ou non en deux nouveaux centres végétatifs similaires. Il nous a seulement paru qu'il n'existe pas de feuille axillante à la base de laquelle puisse se rapporter l'une ou l'autre des deux ramifications. La question demeure donc indécise et sa solution réclame de nouvelles observations.

La destruction du bulbe par sa partie inférieure s'effectue par un mécanisme bien singulier. Les recherches auxquelles nous nous sommes livré à propos de la destruction des rhizomes et sur lesquels nous n'avons pas à nous étendre ici, nous ont montré qu'il existait au moins, pour ces organes, trois modes de destruction bien tranchés. Tantôt le rhizome pourrit irrégulièrement par sa portion inférieure et s'en va par lambeaux, sans qu'une couche cicatricielle s'interpose entre les portions mortes et celles qui vivent encore. Tantôt, et le fait a été signalé pour beaucoup de Monocotylédons, il se développe, entre le tubercule d'une année et celui de l'année précédente, une couche cicatricielle qui entraîne l'élimination de ce dernier. Tantôt enfin, et l'*Aponogeton* seul jusqu'ici nous a offert ce phénomène, il se produit de bas en haut des calottes de cambium subéreux très-rapprochées l'une de l'autre qui entaillent les parties âgées du bulbe et les séparent suc-

cessivement de celles qui sont relativement jeunes. La figure 2 (Pl. IX) représente à peu près de grandeur naturelle la section longitudinale d'un bulbe âgé dont la partie inférieure se détruit par le procédé que nous venons d'exposer. Quatre lames subéreuses *d, a, b, c,* ont successivement apparu, et les portions cellulaires et libéro-ligneuses qu'elles ont séparées du reste du bulbe sont déjà privées de vie. Il est à noter que ces quatre lames viennent toutes se confondre à la périphérie du tubercule avec l'enveloppe subéreuse générale, ce que montre plus nettement encore la figure 3 (Pl. IX).

Cette destruction graduelle et régulière a des conséquences que nous ne pouvons passer sous silence. C'est d'abord le mamelon inférieur du tubercule, la prétendue racine tubéreuse de M. Planchon, qui disparaît. « Quoique nous ayons vu ce mamelon dans des tubercules de la grosseur d'un œuf, dit cet auteur, nous n'osons pas assurer néanmoins qu'il persiste pendant toute la durée de la plante », p. 113. Nous savons désormais à quoi nous en tenir sur ce point. Le deuxième renflement disparaît à son tour et, si l'on se rappelle ce que nous avons dit plus haut touchant l'anatropie, qui, très-prononcée durant la première année, va s'amoindrissant dans les renflements qui suivent, on comprendra que l'aspect du rhizome puisse se modifier considérablement. Celui que représente la figure 7 a toutes les apparences d'un tubercule déjà ancien, car les deux renflements anatropes primitifs au moins ont disparu. Mais, sans nul doute, il est moins âgé que le bulbe aux dix-huit ramifications dont nous avons donné la description plus haut. Ce dernier, outre qu'il avait perdu ses renflements anatropes, avait dû vivre suffisamment longtemps pour donner naissance aux nombreuses branches de partition qu'il supportait. Ici toutefois intervient une cause d'erreur. Il est à remarquer en effet que, par suite de la destruction ascendante du rhizome, les branches d'abord réunies par un pied commun, finissent par se séparer. Que le pied commun du tubercule représenté par la figure 7 (Pl. IX) se détruise jusqu'en *c,* et les deux ramifications supérieures deviendront libres et pourront servir de support et de point de départ à de nouvelles générations de ramifications, lesquelles, à leur tour, finiront par se disloquer et se séparer. Il en résulte que, au bout d'un certain nombre d'années, lorsqu'on fouillera la vase dans laquelle on aura semé une seule graine d'*Aponogeton,* on sera fort étonné, si l'on ne connaît à l'avance les modifications évolutives du végétal, de rencontrer mélangés une grande quantité de tubercules distincts et de formes très-variées : les uns simples, les autres ramifiés ; les uns rectilignes, les autres anatropes, ces derniers dérivant de germinations relativement récentes.

On comprend, d'après ce qui précède, qu'il devient à peu près impos-

sible, au bout d'un certain temps, de diagnostiquer d'après l'aspect extérieur l'âge d'un rhizome d'*Aponogeton*. D'un autre côté, l'étude du système fibro-vasculaire ne peut fournir sur ce sujet que des indications fort restreintes. C'est ce que nous allons montrer, aussi brièvement que possible.

La figure 1 (Pl. IX) représente la distribution sur une coupe longitudinale du système libéro-ligneux d'un jeune tubercule dont le second renflement *i* est déjà nettement visible, quoique moins accentué que dans la figure 6 (Pl. IX); *r* est le faisceau cotylédonaire. La racine primordiale *t* se relie avec le point végétatif par un cordon axile de faisceaux longitudinaux *c*. Un peu en avant de l'insertion du faisceau cotylédonaire, naît un système libéro-ligneux longitudinal périphérique *a;* enfin, un troisième système de faisceaux longitudinaux *b*, ceux-ci intermédiaires entre les faisceaux périphériques et les faisceaux centraux, se détache de ces derniers au dessus de l'insertion des faisceaux périphériques. De très-nombreuses anastomoses, les unes légèrement flexueuses, les autres rectilignes, existent entre les faisceaux longitudinaux. Celles qui relient le système central au système moyen sont presque transversales et constituent, sur une section perpendiculaire à l'axe du bulbe comme une sorte d'étoile irrégulière (Pl. VIII, fig. 12, *c*). Enfin, du système central partent les faisceaux foliaires qui tantôt s'anastomosent avec les faisceaux longitudinaux, tantôt les croisent sans se relier avec eux, mais sont rectilignes au moins dans tout leur trajet extérieur, à partir du système longitudinal moyen.

Que maintenant l'extrémité inférieure se détruise par la séparation régulière de lamelles successives, on verra d'abord disparaître l'origine des faisceaux longitudinaux médians au voisinage de la racine primordiale, en *t;* un peu plus tard se détacheront le faisceau cotylédonaire et les portions purement cellulaires voisines ; finalement, les faisceaux longitudinaux périphériques et moyens seront eux-mêmes entamés à leur point d'insertion sur les faisceaux centraux, et graduellement éliminés de bas en haut, comme le reste. Il y a là, en somme, quelques courtes étapes de début, durant lesquelles, au point de vue purement anatomique, il demeure possible d'évaluer à peu près exactement ce que le tubercule a déjà perdu. Plus tard, comme tous les renflements offrent la même structure, l'étude microscopique devient inutile, et l'on n'a plus pour se guider que l'anatropie du tubercule, ou le plus ou moins de ramifications qu'il peut présenter.

Les feuilles sont les premiers organes qui se montrent sur la tigelle, le cotylédon mis à part, bien entendu. Cette remarque n'est point superflue quand il s'agit de l'*Aponogeton*. Nous avons dit plus haut, en effet, que la première racine adventive se forme de très-bonne heure

dans la graine même, avant sa parfaite maturité. Les inflorescences se développent également plus tôt que dans la plupart des autres végétaux. Néanmoins l'apparition des feuilles précède celle de tous ces organes. Suivant M. Planchon, « les feuilles naissent en faisceau » (p. 114.), et les hampes florales sont axillaires « scapi axillares ». L'observation ne confirme, il faut bien le dire, ni l'une ni l'autre de ces assertions. Loin d'être en faisceau, c'est-à-dire simplement alternes et distribuées suivant un ordre classique, les feuilles présentent un arrangement réciproque que l'on ne rencontre nulle part ailleurs, si ce n'est peut-être dans les plantes de la même famille, que nous n'avons pu étudier, faute de matériaux suffisants. Elles sont, comme l'indique le diagramme représenté par la figure 10 (Pl. IX), sur quatre rangées longitudinales, et disposées de telle sorte, que, de quatre feuilles consécutives, la première recouvre les deux voisines par ses deux bords, et que la quatrième soit recouverte par le bord resté libre de la seconde et de la troisième. Ce mode de distribution se rencontre même dans la gemmule, et nous ne savons pourquoi M. Planchon dit que « l'on doit voir dans l'embryon une structure presque anomale, à cause de ses feuilles gemmulaires, dont l'extérieure n'embrasse pas l'autre », attendu que la première feuille embrasse précisément la seconde et la recouvre des deux bords de sa gaîne membraneuse, comme, dans sa jeunesse, l'une quelconque des feuilles de la plante embrasse celle qui la suit. Il n'y a là, en réalité, rien de bien anormal, comme on le voit.

Souvent, si l'on se bornait à examiner les feuilles à quelques centimètres au dessus de leur insertion, il pourrait sembler qu'elles sont sur trois et même sur deux rangées longitudinales seulement. C'est une erreur dans laquelle on tombe surtout à l'inspection superficielle des feuilles d'une très-jeune plante. Dans ce dernier cas, le bourgeon terminal rappelle par son aspect général celui de l'*Iris*, et, comme lui, s'aplatit latéralement, quoique d'une manière bien moins marquée. Mais que, par des sections longitudinales, on se rapproche peu à peu de l'insertion des feuilles, et les rapports normaux des appendices apparaîtront avec une tout autre netteté. Les quatre rangées longitudinales foliaires deviendront facilement apercevables ; mais il pourra se faire parfois qu'elles soient loin d'être parfaitement équidistantes l'une de l'autre. Les feuilles de deux rangées adjacentes peuvent même paraître presque se superposer les unes aux autres et ne plus constituer qu'une rangée longitudinale unique. C'est ce que l'on constate principalement dans les très-jeunes plantes, et le diagramme que représente la fig. 11 (Pl. IX) reproduit exactement cette disposition spéciale.

Vient actuellement la description d'un organe que la fig. 9 (Pl. IX) représente détaché de la plante et tel qu'il se manifeste à l'état adulte.

C'est, à ce moment, une membrane formée par deux lames purement cellulaires juxtaposées, comme le montre, sur une coupe longitudinale, la fig. 8 (Pl. IX, *o*). Les éléments qui entrent dans sa constitution sont étroits et allongés, sauf au voisinage de son point d'insertion, où ils se raccourcissent notablement. Jamais, dans leur intérieur, il ne se développe le moindre grain de chlorophylle.

Cet organe, auquel nous nous garderons bien d'appliquer un nom nouveau, et qui, à certains égards, paraît rappeler les stipules supra-foliaires, s'intercale entre deux feuilles consécutives d'une même rangée longitudinale, et s'insère exactement sur les deux à quatre files d'utricules qu'elles laissent libres entre leurs bases d'implantation. (Pl. IX. fig. 8, *h*.) Sa singulière structure, son mode d'insertion, nous avaient d'abord laissé quelques doutes sur son existence en tant qu'organe distinct et spécial. Il pouvait se faire que chacune de ces lamelles à deux rangs cellulaires en épaisseur, eût pour origine les couches épidermiques de deux feuilles superposées, couches qui se seraient détachées du parenchyme sous-jacent, puis accolées l'une à l'autre. Ce qui contribuait encore à fortifier cette manière de voir, c'était le peu de durée d'une telle membrane, morte, on peut le dire, même avant l'épanouissement de la feuille qu'elle recouvre, et qui pouvant atteindre quinze millimètres de long sur cinq de large à sa base, ne laisse cependant que des traces à peine perceptibles au pied des feuilles adultes. Toute hésitation a dû disparaître devant l'étude microscopique. L'organe en question naît en complète indépendance des feuilles qui l'avoisinent. Il dérive d'une couche génératrice très-limitée, sise entre les bases d'implantation de ces feuilles, et qui, lors même qu'il a atteint son entier développement, se reconnaît encore aux quatre ou cinq files rectilignes de cellules qui en occupent la place et sont représentées sur la figure 8 (Pl. IX). Son sommet apparaît tout d'abord, et son allongement s'opère grâce à une segmentation basipète. Il recouvre complétement la feuille qui lui est superposée, la déborde même de tous côtés, et s'étend partiellement sur les feuilles adjacentes, en s'agglutinant avec les membranes similaires voisines dont on a souvent peine à le séparer, surtout vers sa pointe qui, naturellement, dépasse l'extrémité des feuilles sous-jacentes. Quand ces dernières, au temps de leur épanouissement, font effort sur les membranes qui les encapuchonnent, elles les déchirent par lambeaux irréguliers, au lieu de se borner à les écarter, et les fragments sont emportés par le limbe qui s'allonge. Seules alors des sections longitudinales microscopiques peuvent, grâce aux quelques débris qui persistent aux points d'insertion, révéler la trace de ce singulier organe, dont l'existence jusqu'ici n'avait même pas été soupçonnée. Nous n'avons

pas trouvé ces lames membraniformes entre les premières feuilles de la gemmule.

Nous arriverions maintenant à l'étude de l'inflorescence, mais les observations détaillées que nous avons pu faire à ce sujet doivent trouver leur place ailleurs. Nous nous contenterons donc de les résumer ici le plus brièvement possible.

Loin d'être axillaires, comme le pensait M. Planchon, les hampes florales naissent toujours dans l'intervalle compris entre deux rangées longitudinales de feuilles, comme le montrent le diagramme (Pl. IX, fig. 10), et la figure 13, dans laquelle *m, n, o, l,* sont les quatre rangées foliaires, et *p* et *q* les files de hampes superposées. Il n'existe, en général, que deux files d'inflorescences, lesquelles, par conséquent, se trouvent séparées l'une de l'autre, aussi bien à droite qu'à gauche, par deux rangées foliaires. On peut rencontrer quelques exceptions. Le diagramme que donne la figure 12, en représente une que, à deux reprises différentes, nous avons rencontrée sur plus de trente pieds, successivement examinés. Les inflorescences *a* et *b* semblent indiquer le début de deux séries qui auraient croisé les files normales d'inflorescences, mais dont une hampe seule s'est développée, de chaque côté.

Chaque hampe, pour donner naissance aux deux épis identiques qui la surmontent, subit à son sommet une partition réelle que nous avons pu constater : 1° organogéniquement, puisque les épis se forment par le dédoublement d'un sommet végétatif, d'abord simple ; 2° anatomiquement, puisque le système libéro-ligneux de la hampe se scinde, à la base des deux épis, en deux groupes égaux, dont chacun pénètre dans l'un des épis terminaux. L'intérêt que peut offrir une partition semblable, n'échappera à personne, surtout si l'on se rappelle cette phrase de M. E. Warming (1) : « Dans aucun des cas de partition du point végétatif observés par moi, dit-il, les deux (ou davantage) bourgeons de partition ne sont des images fidèles l'un de l'autre. » Or, les deux épis de l'*Aponogeton distachyum* sont des images parfaitement fidèles l'un de l'autre. Ils ont la même structure, la même origine ; aucun doute n'est possible sur ce point.

Disons encore que, bien que unilatéraux, les épis de l'*Aponogeton* ne sont nullement des cimes unipares. Les fleurs, en effet, apparaissent de bas en haut, sur un sommet végétatif conique, préexistant à ces fleurs.

La spathe qui, selon M. Planchon, serait « primùm undique clausa

(1) M. E. Warming. Résumé franç. du mém. intitulé : Recherches sur la ramif. des Phanérog. p. 15.

absque suturâ, » est, au contraire, largement béante à son début. Comme elle naît par un seul bourrelet latéral, on ne saurait admettre qu'elle soit formée par deux feuilles connées.

Somme toute, et pour résumer cette étude, on peut dire que, à tous les points de vue, l'*Aponogeton distachyum* offre à l'observateur des faits nouveaux, qu'il s'agisse du bulbe, des feuilles, des inflorescences.

Il faudrait pouvoir étendre ces recherches à toutes les espèces des genres *Aponogeton* et *Ouvirandra ;* voir, par exemple, ce qui se passe anatomiquement et organogéniquement, à l'extrémité de la hampe de l'*A. undulatum* et de l'*A. monostachyum,* qui n'ont qu'un épi terminal; étudier comparativement l'*O. Bernieriana,* avec ses trois ou quatre épis terminaux ; s'occuper surtout de l'arrangement réciproque des feuilles et de l'insertion des hampes florales. Mais, de telles recherches ne peuvent se faire avec les quelques matériaux dont disposent les herbiers. C'est dans les régions mêmes où croissent ces végétaux qu'il faudrait pouvoir les observer. Il est hors de doute que le botaniste y trouverait une moisson de faits aussi nouveaux qu'intéressants.

EXPLICATION DES FIGURES

PLANCHE VIII.

Fig. 1. — Embryon dépouillé du spermoderme. *p* et *n*, les deux premières feuilles. *a*, radicule. *m*, mince bourrelet circonscrivant la base tronquée de la tigelle.

Fig. 2. — Même embryon vu de côté. *p*, première feuille. *a*, radicule. *m*, bourrelet basilaire. c, cotylédon. t, tigelle.

Fig. 1 *bis.* — Base tronquée de la tigelle vue de face; en *a*, elle donne attaché à la radicule. *m*, bourrelet circonscrivant cette base.

Fig. 2 *bis.* — Embryon dont la radicule *a* est sublatérale, ce qui arrive le plus souvent. *m*, bourrelet.

Fig. 3. — Embryon germant. *m*, bourrelet périphérique. *a*, racine primordiale, dérivant de la radicule. 1, première racine adventive. 2, deuxième racine adventive.

Fig. 4. — *m*, bourrelet circulaire. *a*, racine primordiale. 1, 2, 3, 4, premières racines adventives dans leur ordre d'apparition.

Fig. 5. — Le bulbe est déjà bien nettement visible et son accroissement prédomine à la partie inférieure. *m*, bourrelet en train de disparaître. *a*, racine primordiale. 1, première racine adventive.

Fig. 6. — Le bulbe s'est encore accru. La couche génératrice qui doit séparer le cotylédon du bulbe est en train de se former. *m*, bourrelet à peine visible. *a*, racine primordiale. 1, première racine adventive.

Fig. 7. — *b*, dernières traces du cotylédon et couche cicatricielle. *m*, point où se trouvait le bourrelet de l'embryon. 1, première racine adventive. *a*, racine primordiale.

Fig. 8. — Section longitudinale de l'embryon au commencement de la germination. *r*, faisceau cotylédonaire. *t*, faisceau de la racine primordiale. *s*, faisceaux tigellaires.

Fig. 9. — Section longitudinale d'un embryon plus avancé. *u*, point où le faisceau cotylédonaire sera bientôt coupé par une couche génératrice subériforme séparant le cotylédon du bulbe. Pour les autres lettres, se reporter à la figure précédente.

Fig. 10. — Tubercule plus âgé. Même explication que ci-dessus. La couche génératrice commence à apparaître.

Fig. 11. — Couche cicatricielle qui s'interpose entre le bulbe et le cotylédon. *a*, débris de ce dernier. *b*, couche génératrice se continuant avec la zone *c*, qui enveloppe le tubercule.

Fig. 12. — Section transversale d'un bulbe adulte. *a*, faisceaux longitudinaux périphériques. *b*, faisceaux longitudinaux moyens. *c*, faisceaux longitudinaux centraux reliés avec les faisceaux moyens par des anastomoses transversales qui figurent une sorte d'étoile. Entre les différentes zones, se voient des faisceaux dits épars, faisceaux anastomotiques et foliaires.

PLANCHE IX.

Fig. 1. — Section longitudinale d'un bulbe dont le second renflement tigellaire *i* a déjà pris un certain accroissement. *t*, point où s'insérait la racine primordiale, actuellement détruite. *c*, faisceaux longitudinaux axiles. *a*, faisceaux longitudinaux périphériques. *b*. faisceaux longitudinaux moyens. *r*, faisceau cotylédonaire.

Fig. 2. — Section longitudinale de l'extrémité d'un bulbe âgé. *a*, *b*, *c*, *d*, couches de cambium subéreux successivement formées à la base du tubercule.

Fig. 3. — Fragment grossi d'une section analogue à la section précédente, pour montrer que les trois couches cambiales *r*, *s*, *t*, se réunissent à la périphérie du tubercule et se confondent avec la couche cambiale subéreuse *v*, qui revêt ce dernier.

Fig. 4. — *p*. premier renflement. *q*, cicatrice formée au point où s'implantait le cotylédon sur la tigelle. *o*, débris des racines adventives primitivement formées. *s*, parenchyme subéreux qui, ne pouvant se dilater, a éclaté par suite de la pression des tissus sous-jacents qui s'accroissent. *i*, début du second renflement. *h*, deuxième couronne de racines adventives. *f*, feuilles.

Fig. 5. — Tubercule un peu plus âgé. Le second renflement *i*, est déjà plus proéminent. Mêmes explications pour les lettres *o*, *p*, *s*, que pour la figure précédente.

Fig. 6. — Le second renflement *i* a pris des dimensions prépondérantes. *s*, *o*, *p*, comm pour les figures 4 et 5.

Fig. 7. — Rhizome âgé. *a*, cicatrice à la partie inférieure du bulbe, où s'opère la destruction lente de ce dernier, par desquamation. *b*, *c*, *d*, *e*, *c'*, *d'*, *e'*, étranglements alternant avec des renflements successifs.

Fig. 8. — Section longitudinale de la membrane *o*, à deux rangées cellulaires en épaisseur, qui s'intercale entre les feuilles *a* et *b*. En *h*, files de cellules qui, à l'état adulte, occupent la place de la couche génératrice qui a donné naissance à la membrane *o*.

Fig. 9. — Membrane dont la figure 8 représente la section et qui recouvre les feuilles dans leur jeunesse.

Fig. 10. — Diagramme représentant l'arrangement réciproque des feuilles et des inflorescences. *a, b, c,* inflorescences.

Fig. 11. — Autre diagramme, représentant la disposition des feuilles telle qu'on la constate fréquemment dans les jeunes plantes.

Fig. 12. — Diagramme représentant une anomalie. La feuille *m* paraît remplacer à droite les deux feuilles *p* et *o*. Elle ne porte pas d'inflorescence à son aisselle. *a* et *b*, deux inflorescences surajoutées et qui paraissent indiquer le début de deux séries d'inflorescences qui auraient croisé les deux séries normales.

Fig. 13. — Plante dont le haut des feuilles et des inflorescences a été coupé pour bien laisser voir le mode de distribution des feuilles sur quatre séries *m, n, o, l,* et des inflorescences sur deux rangées, *p, q*.

M. Jules POISSON

Aide-naturaliste au Muséum.

SUR LA FLORE DE L'ILE SAINT-PAUL

EXTRAIT DU PROCÉS-VERBAL

— Séance du 21 août 1875. —

M. Poisson présente à la Section des plantes rapportées de Saint-Paul et d'Amsterdam. M. Poisson fait ressortir que la flore de ces îles a la plus grande analogie avec celle de Tristan d'Acunha, tandis qu'elle en a beaucoup moins avec celle du Cap de Bonne-Espérance. La différence entre les flores des deux îles Saint-Paul et Amsterdam est assez marquée et déterminée par la nature volcanique de Saint-Paul, dont le sol atteint par places une température très-élevée. Il y a Saint-Paul à trois zones marquées de végétation : l'inférieure contenant les *Souchus oleraceus, Agratis alba, Digitaria sanguinalis, Holcus lanatus, Isolepis sebacea*, etc. Dans la partie moyenne on trouve l'*Isolepis asodosa,* puis le *Phylicea arborea,* seule plante arborescente de l'île, cantonnée à Saint-Paul, à Amsterdam et à Tristan d'Acunha. Dans la zone la plus élevée, on trouve des Fougères, des Sphaignes et des Hépatiques. Les lichens sont en petit nombre. Les champignons sont peu connus ; on a recueilli une dizaine d'espèce d'algues. Jusqu'ici on ne connaît guère au total à Saint-Paul qu'environ 80 espèces de plantes.

M. VÉLAIN

Répétiteur des hautes études à la Sorbonne.

SUR LA FLORE DE L'ILE SAINT-PAUL

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 21 août 1875. —

M. Vélain confirme la communication faite par M. Poisson. Il ajoute que les parties de l'île où le sol est encore chaud sont occupées par des Sphaignes et des Lycopodes, notamment le *Lycopodium cernum*, dont la coloration d'un vert glauque signale les régions qui étaient encore dangereuses en 1857. M. Vélain attribue la grande quantité d'oxygène dissous dans l'eau qui baigne l'île en partie aux échanges gazeux des très-nombreuses algues qui croissent sur ses bords.

M. MERGET

De Lyon.

ÉCHANGES GAZEUX ENTRE LES PLANTES ET L'ATMOSPHÈRE

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 23 août 1875. —

M. Merget expose le résultat de ses recherches sur cette question et reproduit devant la Section un certain nombre d'expériences, desquelles il tire les conclusions suivantes :

1° Les voies par lesquelles s'opèrent les échanges gazeux dans les plantes sont les stomates, les lenticelles, toutes les ouvertures que les lésions accidentelles peuvent déterminer dans l'enveloppe épidermique. C'est surtout en se diffusant à travers les stomates des feuilles et non en se dialysant à travers la cuticule que les gaz du dehors pénètrent dans les tissus et que ceux du dedans en sortent.

2° Le mouvement de rentrée des gaz atmosphériques est dû à l'action de la force physique que produisent les phénomènes de thermo-diffusion gazeuse. Un végétal doit être considéré comme un système poreux et humide et possède l'activité thermo-diffusive propre à tous ces systèmes sous l'influence d'une élévation de température. Les feuilles perdent de la vapeur d'eau pendant que l'air extérieur y pénètre sous des pressions qui peuvent aller jusqu'à trois décimètres d'eau en donnant naissance à une circulation aérienne dirigée des parties chaudes de la surface dans les parties froides à travers les tissus.

M. GASTON GENEVIER
Pharmacien à Nantes.

INFLORESCENCE ET FÉCONDATION DANS LE GENRE TRIFOLIUM

— Séance du 23 août 1875. —

Dans son remarquable et très-intéressant ouvrage sur l'origine des espèces, Darwin dit que de la présence ou de l'absence des bourdons dans un pays dépend la présence ou l'absence des trifolium, parce que ces hyménoptères sont nécessaires à la fécondation de ces plantes. C'est en suivant le même ordre d'idées que Newmann, qui, pendant de longues années a observé les mœurs des bourdons, a pu avancer que dans une contrée où il n'y a pas de chats il n'y a pas de trèfles, vu que de l'absence des chats dépend le nombre des mulots, et que ceux-ci détruisent les nids de bourdons, sans lesquels, comme nous venons de le voir, la fécondation du trèfle ne peut s'opérer.

Les limites dans lesquelles nous sommes obligé de nous renfermer nous empêchent de développer certaines observations sur les fécondations végétales qui eussent fait ressortir le but de notre travail ; ces considérations, nous avons eu l'honneur de les exposer au Muséum d'histoire naturelle de la ville de Nantes, dans la séance du 23 août 1875.

Nous allons donc entrer immédiatement en matière, faire connaître sur quels faits nous nous sommes appuyé pour démontrer que les trifolium se fécondent parfaitement sans l'intervention des insectes, et nous prions les botanistes qui liront ce mémoire de nous pardonner ce qu'il a d'aride et d'ingrat; mais quoique nous n'ayons reproduit que les observations strictement nécessaires à la démonstration de la thèse que nous soutenons, comme elles ont eu lieu le plus souvent sur des espèces très-affines, nous avons été souvent forcé de nous répéter ; ce qui donne une grande aridité à ce genre d'études.

L'inflorescence des trifolium est centripète, en tête ou en épi ; dans la classification de M. Guillard, c'est une botrye du groupe ternaire ou binaire, selon qu'il existe un pédicelle ou qu'il n'en existe pas. La fleur est complète ; le calice, persistant, a cinq dents égales ou inégales ; la corolle papilionacée a cinq pétales tellement rapprochés qu'ils se soudent souvent à la base ; les organes sexuels strictement renfermés dans la carène, et la gousse incluse ou à peine exserte.

L'inflorescence présente deux formes distinctes : ou les fleurs sont sessiles, ou elles sont pédicellées. Dans le premier cas, après l'anthèse, elles conservent leur position ou s'étalent un peu, surtout à la base de

Fig. 8. — Section longitudinale de la membrane *o*, à deux rangées cellulaires en épaisseur, qui s'intercale entre les feuilles *a* et *b*. En *h*, files de cellules qui, à l'état adulte, occupent la place de la couche génératrice qui a donné naissance à la membrane *o*.

Fig. 9. — Membrane dont la figure 8 représente la section et qui recouvre les feuilles dans leur jeunesse.

Fig. 10. — Diagramme représentant l'arrangement réciproque des feuilles et des inflorescences. *a, b, c,* inflorescences.

Fig. 11. — Autre diagramme, représentant la disposition des feuilles telle qu'on la constate fréquemment dans les jeunes plantes.

Fig. 12. — Diagramme représentant une anomalie. La feuille *m* paraît remplacer à droite les deux feuilles *p* et *o*. Elle ne porte pas d'inflorescence à son aisselle. *a* et *b*, deux inflorescences surajoutées et qui paraissent indiquer le début de deux séries d'inflorescences qui auraient croisé les deux séries normales.

Fig. 13. — Plante dont le haut des feuilles et des inflorescences a été coupé pour bien laisser voir le mode de distribution des feuilles sur quatre séries *m, n, o, l,* et des inflorescences sur deux rangées, *p, q*.

M. Jules POISSON

Aide-naturaliste au Muséum.

SUR LA FLORE DE L'ILE SAINT-PAUL

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 21 août 1875. —

M. Poisson présente à la Section des plantes rapportées de Saint-Paul et d'Amsterdam. M. Poisson fait ressortir que la flore de ces îles a la plus grande analogie avec celle de Tristan d'Acunha, tandis qu'elle en a beaucoup moins avec celle du Cap de Bonne-Espérance. La différence entre les flores des deux îles Saint-Paul et Amsterdam est assez marquée et déterminée par la nature volcanique de Saint-Paul, dont le sol atteint par places une température très-élevée. Il y a Saint-Paul à trois zones marquées de végétation : l'inférieure contenant les *Souchus oleraceus, Agratis alba, Digitaria sanguinalis, Holcus lanatus, Isolepis sebacea*, etc. Dans la partie moyenne on trouve l'*Isolepis asodosa,* puis le *Phylicea arborea,* seule plante arborescente de l'île, cantonnée à Saint-Paul, à Amsterdam et à Tristan d'Acunha. Dans la zone la plus élevée, on trouve des Fougères, des Sphaignes et des Hépatiques. Les lichens sont en petit nombre. Les champignons sont peu connus ; on a recueilli une dizaine d'espèce d'algues. Jusqu'ici on ne connaît guère au total à Saint-Paul qu'environ 80 espèces de plantes.

Le Trif. maritimum Huds. a les fleurs sessiles, dressées, en tête ovale, serrée. Ici encore, les pétales sont presque inclus et nous ne les avons jamais vus attaqués par les insectes, quoique la fructification y soit abondante. Après la fécondation, les dents du calice deviennent raides et se terminent par un petit point noir spinescent ; le tube est dur, aplati, les calices supérieurs sont dressés, les inférieurs subétalés.

C'est surtout en examinant le Trifolium scabrum L., qu'il est facile de constater que la fécondation peut s'opérer sans le secours d'aucun insecte. En effet, les fleurs d'un blanc rosé, très-petites, sont en tête ovale, serrée, raide ; les ailes et la carène incluses, et l'étendard à peine saillant. La consistance du calice est telle qu'elle défend complétement la fleur contre l'attaque des bourdons; après l'anthèse, il s'indure encore davantage ; cette espèce est très-fertile, et cependant nous n'avons jamais pu voir la moindre déchirure sur la carène.

Il en est de même du Trifolium arvense L. Ses fleurs sont en tête cylindrée, molle, hérissée, blanches, ou d'un rose pâle ; l'étendard étroit est ployé longitudinalement en forme de toit ; la carène et les ailes emprisonnent strictement les étamines et le style. Le calice, très-hérissé, à dents égales, plumeuses, dépasse la corolle, qu'il protége contre les hyménoptères ; aussi n'est-elle jamais fendue, quoique la fructification s'y fasse abondamment.

Le Trifolium Michelianum Savi, dont les fleurs sont en tête lâche, a les pédoncules dressés pendant l'anthèse ; à cette époque de végétation, toutes les corolles sont intactes; après la fécondation, les fleurs se réfléchissent, les dents du calice s'étalent et alors il est facile de rencontrer des tubes attaqués et des tubes entiers; mais dans les uns et dans les autres, on trouve des gousses bien développées.

Une autre espèce, que son extrême abondance rend propice aux recherches qui nous occupent, est le Trif. repens L. Ses fleurs sont en tête ronde, assez serrée, longuement pédonculée; elles sont d'abord dressées, mais aussitôt la fécondation elles se réfléchissent en suivant une spire nettement dessinée de l'extérieur à l'intérieur, de manière qu'il existe une ligne bien tranchée entre les fleurs vierges et les fleurs fécondées. Dans cette plante, le tube de la fleur est court et presque inclus dans le calice, ce qui explique pourquoi les insectes ne peuvent le fendre ; les organes sont très-étroitement renfermés dans la carène, et cependant la fructification n'en est pas moins très-abondante.

Une espèce très-commune aux mois de mai et de juin, sur les pelouses et dans toutes les prairies sablonneuses, le Trifolium subterraneum L., vulgairement nommé trèfle semeur, est une des plus curieuses à étudier. Ses fleurs, blanches ou d'un rose très-pâle, peu nombreuses et dressées, forment un capitule lâche ; le tube allongé est très-étroit, les

organes sexuels nettement emprisonnés. Le calice, également étroit, a les dents filiformes, molles, allongées, d'abord colorées en vert par la chlorophylle ; après la fécondation, les fleurs se réfléchissent ; les inférieures fertiles ont le calice gonflé, avec une gousse monosperme ; les supérieures stériles, allongées, l'ont étroit, à dents devenant dures et spinescentes, divariquées, entrecroisées et formant une sorte d'involucre protecteur autour des fleurs fertiles. Par la résorption de la chlorophylle, le calice devient blanc. Après l'anthèse, le pédoncule lui-même s'indure, se recourbe, de manière à amener le sommet de l'inflorescence sur le sol, auquel elle adhère en se fixant par les dents des calices stériles qui se trouvent alors relevées, à tous les obstacles qu'elle rencontre, et, subissant la pression du pédoncule, qui continue à s'accroître et à se courber, elle finit par pénétrer en entier dans le sol. Alors le pédoncule s'atrophie, se résorbe et finit par disparaître, et le fruit se trouve ensemencé. Dans cette plante encore, nous n'avons pu constater de tubes attaqués par les hyménoptères, et cependant elle est d'une fertilité remarquable.

Les Trifolium de la section Chronosemium, à feuilles alternes, sont abondamment représentés dans notre région, surtout en individus ; ils se reconnaissent à leurs petits capitules de fleurs jaunes, à leur calice largement évasé, à cinq nervures ; à leur étendard incombant au sommet, à leur gousse monosperme, ovoïde, stipitée, un peu exserte. Nos observations ont surtout porté sur les Trifolium campestre Schreb., pseudo-procumbens Gmel., procumbens L., filiformea L. et patens Schreb. Tous ont de petits capitules à fleurs d'abord dressées, à tubes dépassant peu le calice. Après l'anthèse, les fleurs se réfléchissent ; le plus souvent, celles qui sont au sommet du capitule sont stériles, parfois réduites à l'état de pédicelles ou de bractéoles ; les étamines et le style sont très-strictement renfermés dans le tube de la fleur, ordinairement fermé par l'étendard se repliant sur lui-même après l'anthèse. Nous n'avons que très-rarement vu les fleurs attaquées par les insectes dans ce groupe, et cependant la fructification s'y fait normalement.

Comme types de cette section, nous ne citerons que le Trifolium filiforme L., dont le capitule n'a que 2 à 6 fleurs et le Tr. campestre, qui en a fréquemment de 30 à 50 et même plus, et pour éviter des redites inutiles, nous ne parlerons pas des autres espèces, car les différences qu'elles présentent, bien que très-remarquables, n'infirment ni ne corroborent en rien la thèse que nous soutenons.

Le Trifolium filiforme L. a de 3 à 6 fl. réunies dans un petit capitule lâche, les organes sexuels renfermés dans un tube étroit, l'étendard ployé en toit. Après l'anthèse les fl. pédonculées se réfléchissent et les gousses incluses sont penchées ; l'étendard devient hyalin et peu

visible, tandis que dans le Tr. procumbens il reste toujours très-apparent. Dans ces deux espèces, nous n'avons jamais reconnu de tubes ouverts par les insectes.

Plus robuste que les deux précédents, le Tr. campestre a des capitules formés de 30 à 50 fleurs, d'abord dressées, ensuite penchées. L'étendard persistant se dessèche, devient scarieux, fortement strié ; d'abord ployé en toit, il s'aplatit et se recourbe au sommet de façon à cacher complétement l'ouverture de la carène. Là encore nous n'avons pu constater de déchirures par les hyménoptères.

En résumé, nous croyons avoir suffisamment démontré par les observations qui précèdent, et qu'il nous eût été facile de multiplier : 1° que par leur conformation les Trifolium sont soumis à l'autofécondation ; 2° que la fécondation peut parfaitement s'opérer sans le secours des insectes ; 3° enfin, que l'on ne peut admettre avec leur conformation, que les styles d'une fleur soient fécondés par le pollen d'une autre, que si les hyménoptères, en fendant ce tube, pour puiser le liquide sucré qui se trouve à la base, n'ont mis en liberté les organes sexuels ; mais ce fait semble être accidentel. Si l'on trouve en effet, de temps en temps, des fleurs à tube ouvert, il est beaucoup plus fréquent de les rencontrer à tubes intacts, avec les gousses bien développées. Il est donc probable que si les bourdons s'adressent aux fleurs de Trifolium, comme ils le font à celles des Lilium, Digitalis, etc., c'est uniquement pour y chercher leur nourriture ; et nous concluons en disant que de leur présence ou de leur absence ne dépend nullement la présence ou l'absence des Trifolium dans un pays.

M. BOURGAULT-DUCOUDRAY

De Nantes.

DE L'UTILISATION INDUSTRIELLE DES FIBRES DU RAPHIA PEDUNCULATA

— Séance du 23 août 1875. —

M. LE Dr BRANDZA

De Bucharest.

SUR LA FLORE DE ROUMANIE

— Séance du 23 août 1875. —

M. Brandza fait l'histoire de la botanique en Roumanie et expose le plan général d'une flore dont il s'occupe à recueillir les matériaux.

M. E. RAMEY

SUR L'EXCRÉTION AQUEUSE DU PROTEINOPHALLUS RIVIERI

— Séance du 23 août 1875. —

La plante qui nous a présenté le phénomène dont nous voulons parler est celle qui est connue et cultivée, depuis une quinzaine d'années, sous le nom d'*Amorphophallus Rivieri,* qui lui avait été donné provisoirement par M. du Rieu de Maisonneuve, le vénérable et savant directeur du jardin botanique de Bordeaux. Depuis lors, M. J. D. Hooker a créé pour elle le nouveau genre *Proteinophallus,* en lui conservant la désignation spécifique de *Rivieri.* (*In Bot. Mag.,* XXXI, 6195.)

Avant d'aborder l'étude du phénomène particulier qui doit faire le sujet principal de cette communication, faisons connaître la plante, encore peu répandue, qui nous l'a présenté, et qui est bien curieuse à différents points de vue. (Planche X.)

L'*Amorphophallus Rivieri* paraît être originaire de Cochinchine. C'est dans un envoi de végétaux et de graines, adressé en 1859 de ce pays à M. Rivière, alors jardinier de l'École de Médecine de Paris, et depuis jardinier en chef du palais du Luxembourg, que furent trouvés les deux premiers petits tubercules ou propagules de cette espèce, lesquels sont devenus, entre les mains de cet habile horticulteur, la souche de tous ceux qui existent aujourd'hui dans les cultures, sans qu'on puisse indiquer au juste quelle est la partie de la Cochinchine où cette espèce croît spontanément. C'est une plante vivace, tuberculeuse, excessivement âcre, brûlante et vénéneuse, glabre dans toutes ses parties. Son tubercule ou rhizome (fig. 1), plus ou moins régulier et plus ou moins gros suivant l'âge, est plein, solide, fauve brun extérieurement, blanc intérieurement. Sa forme, analogue à celle de certains *Cyclamen* et *Begonia* tubéreux, est ordinairement poculiforme ou hémisphérique, et comme creusée en casserole à son centre, qui est occupé par un bourgeon principal. Des bourgeons et propagules, de dimensions diverses et en nombre variable, peuvent se développer sur plusieurs points de la périphérie, notamment autour et au sommet de la dépression centrale ; ces bourgeons, tantôt sessiles, tantôt portés à l'extrémité de ramifications rhizomateuses plus ou moins allongées et très-fragiles, servent à la multiplication de la plante.

Ces tubercules sont susceptibles d'acquérir des dimensions assez considérables : d'abord gros comme une noisette, puis comme une noix,

puis comme le poing, ils ne produisent, pendant les trois ou quatre premières années, que l'organe ou les organes foliaires; arrivés à 11 ou 12 centimètres de diamètre, ces tubercules sont ordinairement adultes et susceptibles de fleurir. Néanmoins ils continuent à grossir pendant plusieurs années encore, et peuvent atteindre le poids de 4, 5, 6, 7 et même 8 kilogrammes, avec un diamètre en largeur de 25 à 35 centimètres, et une hauteur de 15 à 20 centimètres dans le sens de l'axe longitudinal.

Dans les tubercules adultes (qui, étant cultivés sous notre climat, entrent dans la période de repos vers l'époque des premières gelées, et qui doivent être conservés au sec et à l'abri du froid pendant tout l'hiver, comme cela se pratique pour les *Dahlia*, les *Begonia* tubéreux, le *Gladiolus gandavensis*, etc.), le bourgeon central commence à s'allonger d'une façon très-apparente vers la fin de l'hiver. Dès février, surtout vers le commencement de mars, il prend rapidement des proportions notables, et cela, lors même qu'on laisserait les tubercules hors de terre sans les planter. Bientôt, on voit apparaître distinctement, d'abord une, puis deux, puis trois, puis enfin quatre bractées s'engaînant alternativement, et de plus en plus grandes (fig. 2), ayant la forme de moitiés de cylindres coupés en long, à sommet arrondi en casque légèrement mucroné à l'extrémité de la ligne dorsale ; du milieu de ces bractées s'échappe, comme d'un étui, le sommet du spadice, se montrant d'abord blanc et luisant, enveloppé à sa base par la spathe, c'est-à-dire, en rudiment, l'inflorescence, surmontant une vigoureuse tige ou hampe verticale, cylindrique, nue, d'une couleur vert olivâtre, marbrée et mouchetée de vert, de rose et de blanc, ayant vaguement l'aspect de la peau de certains serpents, et surmontée par un renflement allongé conique, de couleur plus claire à la base, et qui n'est autre (fig. 2) que l'inflorescence avant son entier développement.

Cette hampe, qui, sous l'influence d'une température de + 10° à + 15°, croît alors de plusieurs centimètres par jour, continue à s'élever rapidement et arrive à atteindre dans l'espace de 20 à 30 jours, suivant la température, le développement complet représenté par la fig. 3.

On remarquera que, dans cette figure, le tubercule n'a émis aucune racine. Le développement de la hampe et de l'inflorescence s'est donc produit ici uniquement aux dépens des aliments accumulés dans le tubercule, et la chose se fût passée d'une façon identique, lors même que le rhizome eût été enterré ou arrosé. Dans ce cas, et quoi qu'on eût fait, il n'en aurait pas plus produit pour cela la moindre racine, et si, dans cette circonstance, l'on ne peut nier que le tubercule ait pu emprunter quelque substance au sol humide dans lequel il aurait été placé, ça ne doit et ne peut être que par un phénomène d'imbibition, à la façon de

ce qui se passe pour une éponge plongée dans l'eau. Ce genre d'absorption ne saurait être révoqué en doute, puisque, étant donné deux tubercules d'égales force et pesanteur, dont l'un est laissé à sec, et l'autre planté en terre et arrosé, la croissance de la hampe de ce dernier s'opère bien plus rapidement, plus complétement et plus vigoureusement que celle de la hampe et de l'inflorescence du rhizome tenu au sec.

Néanmoins, il est bien certain que c'est la substance accumulée dans le rhizome qui fournit au développement de l'inflorescence, puisque, une fois ce développement achevé, le rhizome a perdu, surtout dans sa base ou portion opposée à la hampe, une partie de sa turgescence et environ un tiers de son poids initial. D'autre part, on constate que l'inflorescence, prise du point D au point N (fig. 3), représente justement un poids total qui équivaut, à très-peu près, au $^1/_3$ perdu par le rhizome.

L'exemplaire qui a servi de modèle pour la fig. 3, et qui était d'un développement exceptionnel, présentait les dimensions et conditions suivantes : Le tubercule pesait, vers le milieu de mars, avant son entrée en végétation, 6 kilog.; son diamètre au point B était de 0m 30 centim. et son épaisseur verticale entre A et C de 0m 17 centim.; après la destruction de l'inflorescence, ce même tubercule ne pesait plus que 3 kilog. 900 gr., et ne présentait plus qu'un diamètre de 0m 27 centim., et une épaisseur de 0m 15 centim. Le développement total en hauteur de la hampe, qui est représentée ici au $^1/_{12}$, a été de 2 mèt. 16 centim. entre les points C et N, et cet accroissement exceptionnel s'est effectué sous une température variant de + 10, 15 à 18° dans une période d'environ 30 jours, ce qui donne, par 24 heures, une croissance moyenne d'environ 0m 07 à 0m 085. Un autre exemplaire a mis 48 à 50 jours à acquérir son développement complet, analogue à celui dont nous venons de parler. Il est vrai de dire que, dans les premiers jours et dans les derniers jours du développement, cette croissance n'était que de 0m 03 à 0m 04 centim., tandis que, pendant les jours qui ont précédé l'épanouissement floral, il y a eu des jours où la croissance a été parfois de 7, 8, 9 et jusqu'à 10 centim. en 24 heures, la croissance nocturne s'étant montrée ordinairement le double plus active que la croissance diurne.

La hampe proprement dite mesurait du point C au point G (fig. 3) 1 mèt. 07 centim., avec une circonférence de 0m 18 centim. au point D, de 0m 14 centim. au point F, et de 0m 135 mill. au dessous de la spathe, au point G. La hauteur du cornet, formée par la base enroulée de la spathe, était de 0m 27 centim. du point G au point I, et de 0m 21 centim. de ce point I (où commençait l'ouverture ou l'épanouissement de la spathe) jusqu'au point L, sommet de la spathe ou périanthe floral. La circonférence en H était de 0m 30 centim., de 0m 39 au dessous du point I, et de 0m 45 au point J, sa plus grande largeur.

L'organe qui termine si singulièrement l'axe central (sorte d'appendice stérile du spadice) et qui s'élève du milieu de la spathe en une immense langue élargie à la base, déprimée et mi-plate dans la plus grande partie de sa longueur, est d'abord droit, puis finalement légèrement arqué, longuement atténué en pointe vague et mousse; cet organe présentait du point I au point N une longueur de 0m 61 centim., avec une circonférence de 0m 18 centim. au point K, et de 0m 134 mill. vers le point M. Il s'agissait ici, comme on le voit, d'un exemplaire d'une force exceptionnelle, et qui a donné à peu près le maximum de développement auquel nous paraît devoir atteindre cette gigantesque aroïdée, dont voici les caractères :

Plante vivace, herbacée, tuberculeuse, monoïque, glabre et vénéneuse dans toutes ses parties, à floraison distincte et précédant la foliaison.

Tubercule (fig. 1) brunâtre ou fauve brun extérieurement, à surface plus ou moins irrégulière ou raboteuse ; solide et blanc crêmeux à l'intérieur; bractées de la base de la hampe ordinairement alternes, au nombre de quatre environ, d'abord vert brunâtre, puis d'un vert huileux, parfois légèrement teintées de rougeâtre et marbrées de taches claires et plus foncées, d'apparence membraneuse ou écailleuse ; hampe (fig. 3, D-G) cylindrique, ferme, dressée, verticale, glabre, très-faiblement rugueuse au toucher par places, d'un vert olivâtre, marbrée ou mouchetée de blanc et de sombre, parfois de carné, simulant une peau de serpent ou celle du ventre de certains sauriens et batraciens ; cette marbrure ou panachure s'étend aussi sur la partie extérieure et surtout sur la base renflée de la spathe (fig. 3, GHI), qui est également glabre et lisse, de nuance plus claire dans la portion ventrue, à fond vert olivâtre, nuancé de rougeâtre violacé, principalement vers les bords extérieurs du limbe et de la suture du cornet, dont la partie tubulaire inférieure était, avant l'épanouissement, un peu renflée-ovoïde.

Cette spathe, dont le dessin (fig. 3, G, h, i, j, k, l) indique suffisamment la forme prise au moment de l'anthèse, est cordée du côté inférieur, d'abord dressée, puis étalée ou déjetée d'un côté en une lame largement lancéolée-acuminée vers la pointe, à bords parfois renversés en dessous. La face interne et étalée de cette spathe est légèrement ondulée et comme vaguement plissée et ondulée par le fait d'un certain nombre de nervures longitudinales, vaguement parallèles, arquées, réunies au sommet par de petites veines transversales. La contexture de cette spathe est assez ferme, coriace et d'une certaine épaisseur, surtout à sa base ou partie enveloppante en forme de cornet, qui affecte une consistance nerveuse de cuir frais. L'intérieur, comme l'extérieur, en est glabre, mais la face intérieure est fortement colorée en rouge violacé intense, ou violet foncé pourpré, tournant, sur la partie limbaire, à

la couleur livide de viande de boucherie en décomposition ou en putréfaction, dont cette inflorescence répand, d'ailleurs, l'odeur au suprême degré, surtout pendant la période de l'anthèse ou de la fécondation, qui est accompagnée dans l'intérieur ou partie renflée de la spathe, mais surtout autour du spadice et de son appendice terminal, d'un dégagement de chaleur vraiment exceptionnel pour une plante de la famille des Aroïdées, où ce phénomène est pourtant assez général. Nous avons vu, à plusieurs reprises, le thermomètre y monter à + 12, 13, 15°, et une fois même à + 17° au dessus de la température ambiante de la pièce dans laquelle la plante était placée.

Au centre de la spathe (fig. 4), et terminant l'axe floral, est le spadice, sorte de colonne d'abord cylindrique et pleine à sa base, qui est adnée à la spathe, et qui porte dans sa partie inférieure (celle qui, dans la figure 3, est cachée et enveloppée par la base fermée de la spathe), d'abord à la partie la plus inférieure, un grand nombre d'organes femelles (♀ fig. 4), appliqués directement tout autour de l'axe, serrés les uns contre les autres dans l'ordre spiral, sur une hauteur d'environ 11 à 12 centimètres. Ces organes femelles, ayant la forme d'une carafe, sont composés chacun d'un ovaire sessile, vert clair, fortement lavé de rougeâtre, globuleux ou très-vaguement anguleux à 2 ou 3 loges uniovulées ; ces ovaires sont surmontés d'un style ou colonne amincie à peu près de même longueur qu'eux et se terminant par un stigmate faiblement renflé, capité à 2 ou 3 lobes cordiformes, arrondis, séparés par des sinus bruns ; ces lobes du stigmate sont glanduleux et ils sécrétent au moment de l'anthèse un liquide abondant, un peu visqueux. Ovules anatropes, insérés sur un renflement de la base du placenta central et dans l'angle interne de la base de la loge.

Immédiatement au dessus des organes femelles, et serrés en masse sur l'axe du spadice, mais moins proéminents que ces derniers, viennent, sans transition ni séparation, les organes mâles (fig. 4 ♂), qui occupent, sur l'axe, une hauteur de 13, 14 à 15 centimètres, c'est-à-dire un espace plus grand que celui occupé par les organes femelles (ce qui, par parenthèse, n'a pas été représenté d'une manière exacte dans notre figure n° 4). Ces organes mâles ou étamines sont disposés en masse dense et continue, en apparence assez confuse, mais dans laquelle on peut constater une certaine disposition en séries linéaires assez vagues, dans le sens de l'axe. Ces étamines, solitaires mais semblant parfois groupées de diverses façons et serrées les unes contre les autres, sont sessiles, épaisses, à anthères à 2 loges ou lobes, et 2 logettes simulant avant leur occlusion, deux grains de mil blanc accolés, légèrement proéminents, réunis transversalement par un connectif linéaire brunâtre. Ces loges d'anthères s'ouvrent par une déchirure ou pore

central, d'où s'échappe ou tombe en grande quantité un pollen pulvérulent couleur de cendre ou gris livide, qui s'attache en abondance sur la partie visqueuse des stigmates, sans cependant que nous ayons pu constater le succès de la fécondation, tous les ovaires étant restés stériles. Cependant, il y a eu, depuis l'introduction de cette plante, quelques cas de fertilité, et M. Rivière, son introducteur et propagateur, a publié un mémoire dans lequel il mentionne la fructification de cette plante, qui a eu lieu simultanément en 1870, au jardin du Luxembourg, à Paris, et au jardin du Hamma, d'Alger. Au mois de juillet, dit-il, les fruits avaient atteint leur maturité complète. Ces fruits sont bacciformes, pulpeux, de couleur rouge, et réunis en épis simples ou chatons : ils ont par ces caractères extérieurs, beaucoup d'analogie avec ceux des *Arum vulgare* et *italicum* et du *Dracunculus vulgaris*. Quant à la graine, il n'en donne ni les caractères ni la composition, pas plus que M. J.-D. Hooker. Ce sera un point à examiner plus tard.

Immédiatement au dessus des organes mâles, s'élève la partie stérile du spadice K M N (fig. 3), sorte de grand appendice, nu, renflé, linguiforme, très-allongé, déprimé ou mi-plat, fistuleux ou creux à l'intérieur, élargi à la base et débordant les organes sexuels; cet organe, d'abord luisant, lisse et épais, devient ensuite vaguement plissé, ridé dans le sens longitudinal, et comme froncé, boursouflé et formé d'un tissu poreux, rugueux au toucher et spongieux quoique ferme, de couleur rouge violacé pourpré livide, et dégageant pendant toute la période de l'anthèse, une horrible et chaude odeur cadavéreuse, ou de viande en putréfaction, vraiment insupportable. C'est surtout, et pour ainsi dire exclusivement dans cette partie du spadice, et non dans les organes sexuels, que réside en grande partie cette odeur repoussante, qui cesse une fois l'anthèse accomplie. C'est aussi de cette partie du spadice que se dégage, pour la plus forte part, la chaleur extraordinaire que l'on constate dans et au dessus de la spathe pendant la floraison.

Très-peu de temps, un jour ou deux après l'anthèse, cette partie du spadice semble s'être vidée; elle se ramollit, et, ayant perdu sa turgescence, elle s'affaisse, tombe sur le côté et se dessèche très-promptement. La spathe se ramollit à son tour et ne tarde pas à se flétrir et à se dessécher aussi; puis vient le tour de la hampe, qui est plus lente à se faner; toutefois les sucs végétaux qu'elles renfermait n'étant plus, une fois la floraison passée, sollicités à monter pour l'accomplissement de nouveaux actes végétatifs, ces sucs, disons-nous, redescendent alors peu à peu de la hampe dans le tubercule, où, sous l'influence de cet arrêt de végétation, qui arrive fin avril ou en mai, se prépare et va bientôt s'accomplir un nouvel acte de la vie de cette singulière plante.

A peine la vie active a-t-elle cessé dans la hampe florale, dont nous

venons de vous entretenir, que l'on peut, si le tubercule est placé dans de la terre ou de la mousse tenue humide, le voir émettre rapidement des racines adventives, charnues, blanches, qui naissent de la partie supérieure du rhizome, et particulièrement de sa périphérie et du sommet de sa dépression centrale, mais surtout du pourtour de la base d'un ou de plusieurs bourgeons qui se trouvent placés au centre de la dépression (fig. 5, P O et fig. 6). Ces racines alimentent rapidement le rhizome, qui se tuméfie, se renfle de nouveau dans sa partie supérieure, tandis que sa partie inférieure se détruit. Une fois ce travail de nutrition et de reconstitution par les racines commencé, on ne tarde pas à voir apparaître un nouveau bourgeon, aussi vigoureux, mais le plus souvent un peu moins volumineux que le premier (c'est-à-dire que celui de l'inflorescence), lequel s'élève rapidement au dessus du sol : ce bourgeon, également accompagné à sa base d'écailles membraneuses, bractéiformes ou stipulaires, au nombre de 3 ou 4, s'allonge en une hampe assez semblable comme forme et vigueur à celle décrite plus haut et qui portait l'inflorescence, avec cette différence, que cette fois cette hampe se termine par la feuille future, dont toutes les pièces sont encore redressées en un faisceau ou pinceau, le limbe étant à l'intérieur et la charpente ou les nervures proéminant en dehors, comme ce serait le cas dans un parapluie plié ou retourné à l'envers, dont les baleines seraient à l'extérieur, et enveloppant l'étoffe ou couverture. Cette hampe ou tige, qui n'est ici qu'un véritable pétiole unique, s'allonge à peu près aussi rapidement que cela a eu lieu pour le développement de la hampe florale; le limbe grandit, lui aussi, puis finit par s'épanouir peu à peu, d'abord en faisceau arqué en dehors par le bout le plus élevé, qui est celui qui correspond à l'extrémité des nervures principales, c'est-à-dire à la partie médiane de la feuille. Cette extrémité du limbe s'ouvre peu à peu en s'arquant en dehors, simulant d'abord un vaste entonnoir, dont les bords s'étalent de plus en plus horizontalement, et dont les diverses parties finissent par figurer une vaste ombelle palmiforme, présentant un développement en largeur de 1^m 20 à 1^m 25 de diamètre, du point R au point S (fig. 5), et 0^m 55 à 0^m 58 d'élévation, du point Q au point T. Le pétiole qui supporte ce limbe continue à s'accroître pendant quelque temps encore, jusqu'à atteindre 0^m 90 à 1 mètre d'élévation du point P au point Q (fig. 5).

Ce pétiole, ferme, dressé, glabre, un peu visqueux, finement verruqueux par places au toucher, de couleur vert olivâtre, est marbré de taches blanchâtres et rosées, disséminées sur toute sa hauteur, ainsi que sur toutes les ramifications ou grosses nervures de la charpente de la feuille; ramifications ou nervures qui sont proéminentes et à faces arrondies à la partie inférieure ou extérieure du limbe, et à peine affleurantes et canaliculées à la face supérieure. Ce pétiole (fig. 6 U), qui est vaguement marqué

du haut en bas par un sinus ou cannelure, à peine appréciable et correspondant à la nervure médiane, ce qui ne l'empêche pas de paraître cylindrique, est plein dans toute sa hauteur, à l'exception de sa base, qui présente une cavité (fig. 6 V), laquelle recouvre, en l'enveloppant complétement un ou plusieurs bourgeons, dont un surtout est plus volumineux que les autres (fig. 6 W). C'est ce gros bourgeon, qui contient en rudiment, la prochaine ou future inflorescence. La base de ce pétiole, qu'on pourrait, à première vue, croire un cercle continu, est au contraire engaînante et formée, comme la plupart des pétioles des monocotylédones, d'une partie centrale ou dorsale, correspondant à la nervure médiane, très-épaisse et allant s'amincissant vers les deux bords ou côtés, qui s'enroulent intimement sur une certaine étendue, embrassant étroitement le bourgeon central : c'est ce que nous avons essayé de montrer dans la figure 7, qui représente la base du pétiole coupée en travers, la partie centrale teintée en clair indiquant le bourgeon central. A son sommet, ce pétiole, qu'on prendrait plutôt pour une tige, se divise en trois branches ou ramifications principales divergentes, distinctes et nues, partant à peu près du même point ; ces trois branches se subdivisent en deux ramifications ou bifurcations secondaires et latérales, qui continuent à se ramifier en se dichotomant une ou deux autres fois. Ces nervures ou ramifications secondaires, tertiaires et suivantes de la charpente foliaire, sont bordées et accompagnées latéralement par les lobes foliaires distiques, qu'on pourrait prendre, à première vue, pour les seules feuilles ou folioles véritables, et qui ne sont en réalité que des lobes de la feuille, décurrents sur les nervures, lesquelles en sont comme ailées. Ces lobes sont inégaux : les principaux et les terminaux sont ovales, lancéolés, acuminés en une pointe assez prononcée et le plus souvent un peu oblique par rapport au plan général des ces grands lobes, qui sont entremêlés et pour ainsi dire séparés alternativement par des lobes plus petits, ovales-oblongs, qui donnent aux détails de ce feuillage un cachet d'élégance tout à fait particulier.

L'ensemble de cette feuille unique, fig. 5, avec son port majestueux et gigantesque, a quelque chose du facies de certains palmiers. On dirait presque une immense feuille peltée, dans laquelle on se serait amusé à découper le limbe en festons irréguliers, de manière à conserver une portion de parenchyme autour de chacune de ses ramifications ; mais les détails de ces lobes foliaires, fig. 8, indiquent bien, par leur nervation curieuse et compliquée et par leurs bords nettement définis, que l'on a affaire à des parties complètes et entières, dont la face supérieure est finement ondulée-plissée, comme boursouflée et légèrement gaufrée dans le sens du réseau des nervures, lesquelles se dessinent un peu en creux à la face supérieure, qui est un peu convexe, d'un vert

intense, à parenchyme mince et assez moux, tandis que, à la face inférieure, qui est légèrement concave et d'un vert un peu plus clair, les nervures se montrent en gros relief arrondi et tacheté comme le pétiole et les grosses nervures. Quoique nous ayons dit que cette feuille pourrait être considérée comme une feuille peltée, dont le limbe, au lieu d'être entier et continu serait découpé, sa forme est de celles qu'on désigne ordinairement sous les noms de palmi-pédali-partites, de palmatifides, de palmatipartites, de palmatiséquées, de palmatilobées, etc., et sa nervation, assez nettement pelti-nerve, dans la disposition appelée palmi-pelti-nerve.

Après une existence de quatre mois à quatre mois et demi, cette feuille jaunit, se flétrit, s'affaisse ou tombe sur le côté, et, si sa maturité s'effectue complétement, on peut enlever entièrement sans déchirure la base du pétiole, qui se détache en se désarticulant naturellement, montrant parfaitement sa disposition engaînante autour du volumineux bourgeon central, qui se montre alors nu, occupant le fond de la concavité du rhizome, fig. 1, et autour duquel on distingue nettement la cicatrice de l'insertion pétiolaire. Le travail de nutrition et de réparation, commencé après la floraison et qui a coïncidé avec le développement des racines adventives (fig. 5 P, O,) produit un développement sensible de la partie supérieure du rhizome, qui grossit en largeur et en hauteur, pendant que la partie inférieure s'oblitère, se détruit, la partie restant vivante se cicatrisant parfaitement et se revêtant à la maturité d'une pellicule corticale, plus mince, mais analogue à celle qui recouvre le reste du tubercule.

Lorsque les rhizomes ont acquis le maximum de grosseur particulier à cette espèce, il arrive souvent, qu'après la floraison, il se développe 2, 3, 4, 5, enfin, un plus ou moins grand nombre de feuilles, qui deviennent alors autant d'îlots, sur lesquels se développeront l'année suivante autant d'inflorescences, et qui deviendront finalement autant de rhizomes distincts, vivant indépendamment. C'est ce qui arrive surtout lorsque la partie centrale de l'ancien rhizome (dont ces bourgeons ou îlots étaient devenus sensément des ramifications) s'est détruite, ce qui est toujours le cas au bout d'un certain temps.

Lorsque, ce qui est assez rare sous notre climat, la fécondation des ovaires a eu lieu et que des fruits se développent, la hampe florale, au lieu de se détruire peu de jours après l'anthèse, persiste et se maintient ferme et rigoureuse jusqu'après leur maturité, c'est-à-dire jusqu'à la fin de juillet et même jusqu'en août ; dans ce cas, la feuille ne se développe pas ordinairement cette année-là ; l'inflorescence non plus, ne se montre pas toujours au printemps qui suit la fructification, et le rhizome reste ainsi dans un état de repos absolu, qui dure depuis la maturité des fruits, c'est-à-dire de la fin de l'été, jusqu'à mai, juin ou

juillet suivant où s'accomplit le développement de la feuille qui aurait dû se montrer l'année précédente à l'issue de la floraison. Le même fait arrive quelquefois aussi lorsqu'on supprime dès sa base, la hampe florale avant son développement et son épanouissement complets, ce qui semblerait indiquer que le bourgeon foliaire a besoin pour se constituer et se développer normalement que la floraison et la destruction naturelle de la hampe s'accomplissent régulièrement. Cependant nous devons dire que, si en effet, des sujets sur lesquels l'ablation de la hampe florale avait été opérée hâtivement, n'ont point développé leur feuille cette année-là ; nous en avons vu d'autres, auxquels la même opération avait été faite, et qui néanmoins ont produit leur feuille en saison normale. Nous ne voulons pour le moment, tirer aucune conséquence de ces faits, que nous nous contentons de signaler, en attendant que de nouvelles observations nous permettent d'en tirer, s'il y a lieu, des conclusions.

Nous voici arrivé, Messieurs, au terme de la description du développement complet des deux phases végétatives de cette curieuse Aroïdée vivace et monoïque. Il suffira maintenant pour conserver les rhizomes d'une année sur l'autre, de les maintenir en hiver et pendant leur période de repos, dans un endroit sec, à l'abri de la gelée et de les replanter au printemps suivant, soit de mars en avril sous verre ou en appartement, soit de fin avril en mai en pleine terre, pour les voir recommencer à se comporter de la même façon que nous l'avons indiqué plus haut.

Quant à la culture de cette plante, elle est des plus simples : les rhizomes sont mis en pleine terre au printemps, à la même époque que les Dahlias et les Cannas. Comme ces derniers, on les met directement en place dehors, ou bien, on les fait préalablement entrer en végétation, en les plaçant pendant quelque temps sur couche ou en pots en appartement, avant de les mettre à leur place définitive, à moins qu'on ne préfère les élever et les conserver en pots. Dans tous les cas, et quelque mode de culture qu'on adopte, leur développement sera d'autant plus beau, que le sol aura été plus richement engraissé, que l'exposition sera plus chaude et qu'on ne leur ménagera pas les arrosements pendant les chaleurs. Mais, pour obtenir un développement plus considérable de toutes les parties, il conviendra de les planter dans de grands pots, en terre riche, très-humeuse, de les tenir en serre ou en appartement bien éclairé. La hampe florale s'élèvera alors davantage, le pétiole sera plus élevé et plus gracieux ; le limbe foliaire acquerra plus d'ampleur et ses ramifications prendront mieux la disposition arquée et élégante représentée par la figure 5 ; tandis que la plante étant cultivée dehors, en pleine terre, à l'air libre, sous le climat

de Paris, le limbe foliaire y conserve une certaine horizontalité, une certaine roideur, et son pétiole s'élève alors notablement moins.

Pour les personnes que la question intéresse, et qui voudraient tirer de cette plante le meilleur parti décoratif, nous les engagerons à en former des massifs, des corbeilles entières ou bien des groupes, pour lesquels le sous-sol devrait être composé d'une couche de fumier, mélangé de feuilles mortes et de débris végétaux, de chiffons de laine, etc., et par dessus d'un sol épais de 50 à 75 centimètres bien ameubli, abondamment fumé et recouvert après la plantation d'un paillis court et gras, qui y serait maintenu jusqu'à la fin de l'année. La forme très-bombée ou en dos d'âne est celle qu'il conviendrait le mieux de donner aux massifs ou aux corbeilles, pour bien faire valoir le mérite de cette plante ; les tubercules et les rhizomes les plus gros seraient plantés au centre, et ceux de moindre dimension viendraient ensuite en décroissant, du centre à la circonférence, en plaçant les plus petits aux bords et en plantant et en intercalant les tout petits au dessous et entre les rangs extérieurs ; de la sorte, on obtiendra un dôme de verdure épais et régulier, supporté par des pilliers d'un port insolite et d'une couleur singulière, qui donnent à ce genre de plantation un cachet tout à fait exceptionnel et un aspect des plus originaux.

Il nous reste à vous entretenir d'un autre phénomène curieux que nous a présenté cette plante, si singulière déjà sous tant d'autres rapports, ainsi que nous avons pu le voir dans les détails qui précèdent. Ce phénomène, ainsi que l'indique le titre de cette communication, consiste dans une excrétion aqueuse, qui a lieu à la face inférieure de l'extrémité de grands lobes foliaires, et qui se montre sous forme de gouttelettes limpides au nombre de 9, 12 ou 15 au minimum, suivant les dimensions de la feuille.

La première fois qu'il nous fut donné de constater ce phénomène, c'était dans l'été de 1871. Le tubercule qui nous le montra pesait plus de 2 kilog. et mesurait environ 20 centimètres de diamètre. Il avait été planté en avril, pendant la Commune, dans un pot proportionné à son volume, mais plutôt restreint que trop grand (0^m 30 de diamètre et de profondeur) dans une terre légère et riche en humus. En mai, et avant qu'aucune racine adventive n'eût fait son apparition, il se développa une inflorescence vigoureuse qui atteignit près de 1^m 50 de hauteur, et qui fut supprimée à l'époque de sa floraison, à cause de l'odeur désagréable qui s'en dégageait. Peu de jours après l'ablation de l'inflorescence, des racines adventives se montrèrent abondamment à la partie supérieure et autour du collet du rhizome, et ce ne fut guère que 5 à 6 semaines plus tard, c'est-à-dire fin juin ou au commencement de juillet, que se développa la feuille unique et palmiforme de cette splendide espèce, feuille qui prit une ampleur exceptionnelle, c'est-à-dire 1^m 20 de

hauteur de pétiole et 1m 20 à 1m 25 de développement du limbe foliaire, qui était disposé en un vaste parasol à extrémités légèrement penchées ou inclinées vers le sol. Cette plante fut placée et maintenue à une certaine hauteur, derrière une glace de la devanture d'une boutique, exposée au plein soleil du sud-ouest ; elle se trouvait donc ainsi exposée à une température assez élevée et surtout très-sèche ; néanmoins, et grâce à des soins et arrosements convenablement administrés, cette feuille se maintint en parfait état pendant 3 mois 1/2 à 4 mois, c'est-à-dire jusqu'à la fin d'octobre et le commencement de novembre.

Un jour du mois d'août, vers une heure de l'après-midi, il nous sembla, à l'aspect flasque du feuillage, que la plante avait soif ; un plantureux arrosement lui fut alors administré, et une soucoupe qui était placée sous le pot fut remplie d'eau. Quel ne fut pas notre étonnement lorsque, une heure et demie ou 2 heures après cette opération, nous vîmes les extrémités de tous les grands lobes foliaires qui terminent les principales ramifications du limbe garnies d'une gouttelette d'eau limpide, scintillant au soleil comme autant de diamants.

Ces gouttelettes restèrent ainsi suspendues pendant quelques heures, et puis elles disparurent sans que nous ayons bien pu nous rendre compte comment la chose s'était passée. Ce dont nous étions pourtant bien certains, c'est qu'elles n'étaient pas tombées, ce qui était facile à constater sur le meuble à surface vernie et poussiéreuse où la plante se trouvait placée. Notre attention étant dès lors éveillée, nous résolûmes de surveiller ce qui se passerait lorsqu'on arroserait de nouveau la plante, et nous acquîmes bientôt la conviction que le phénomène de l'excrétion des gouttelettes se renouvelait avec plus ou moins d'intensité chaque fois qu'un nouvel arrosement était abondamment donné, surtout la plante ayant soif ; que les gouttelettes ne tombaient pas (à moins de choc brusque) ; qu'elles ne s'évaporaient pas non plus, mais qu'après être restées suspendues pendant un laps de temps variable depuis 2 heures jusqu'à 8, 10 ou 12 heures même, elles étaient reprises, résorbées parfois peu à peu et insensiblement, d'autres fois assez brusquement, nous donnant à supposer qu'elles retournaient se mêler à la circulation générale.

L'apparition des gouttelettes s'est produite plusieurs fois dans le milieu de la journée, entre 11 heures du matin et 2 ou 3 heures de l'après-midi ; pour d'autres arrosements donnés à la tombée de la nuit, ce n'est que le lendemain matin que je pouvais constater la présence des gouttelettes liquides, n'ayant pas été présent pendant la nuit pour observer si leur expulsion était aussi rapide dans l'obscurité que pendant le jour. Quoi qu'il en soit, et ayant acquis la conviction que ces gouttelettes ne tombaient pas, et certainement qu'elles disparaissaient avant d'avoir eu le temps de s'évaporer, nous en conclûmes que cette eau appor-

tée rapidement jusqu'aux extrémités des feuilles par le flux abondant et montant de la sève, était rejetée au dehors comme excédant les besoins et la capacité des tissus de la plante; que les gouttelettes ainsi formées, n'acquérant pas un poids suffisant pour tomber, restaient suspendues au point béant d'expulsion par où elles étaient aspirées, revenant ainsi dans la circulation dès que le vide se produisait et permettait son reflux dans les tissus lâches et fortement lacuneux de la plante.

L'endroit par lequel se fait cette excrétion, et que nous regrettons de n'avoir pu étudier anatomiquement d'une façon suffisante, est placé à la face inférieure des lobes de la feuille en un point qui nous a paru présenter une lacune, une sorte de bouche ou de stomate entouré d'un tissu lâche et glanduleux tout particulier, dont la place est indiquée à l'œil nu par une sorte de changement de direction de la nervure médiane qui semble comme déviée ou brisée en ce point, où viennent se réunir des sortes de vaisseaux collecteurs ou veines qui courent transversalement sur deux ou trois rangs aux bords du limbe foliaire et qui unissent entre elles les nombreuses nervures digitées et ramifiées qui parcourent et forment le squelette des lobes de la feuille. C'est ce que nous avons essayé de représenter dans la figure 8, où l'on voit en X la gouttelette d'eau dessinée de grandeur naturelle, laquelle se trouve placée, non pas tout à fait au bout du limbe, mais, comme nous l'avons dit, en dessous de la pointe ou acumen qui termine d'ordinaire, un peu obliquement et brusquement, le lobe foliaire; on dirait qu'il y a là comme un rudiment de petit opercule ou de foliolule, qui fait un certain angle ouvert avec le plan du lobe foliaire, c'est à ce point brisé que se tient suspendue la gouttelette excrétée.

Il est donc supposable, ainsi que nous en avons émis précédemment l'idée, que de l'eau étant administrée surabondamment à cette plante, elle est absorbée rapidement par les nombreuses et volumineuses racines adventives dont est muni le rhizome, et peut-être aussi par les parois mêmes du rhizome ; que de là, cette eau est transportée et attirée dans les parties supérieures de la feuille, à travers un tissu excessivement lacuneux, creux et largement ouvert, qui parcourt ces feuilles dans toute la longueur du pétiole et dans tous les sens du limbe, et que sous l'influence de la vaste surface d'évaporation que présente cet immense limbe foliaire, l'eau afflue dans les canaux, les remplit jusque dans leurs moindres ramifications, et qu'alors il y a excédant, trop-plein, lequel est refoulé au dehors par l'espèce de soupape de sûreté dont nous avons parlé tout à l'heure.

Quant au liquide qui compose les gouttelettes, il nous a paru limpide et le plus souvent insipide, bien que, à une ou deux reprises, il nous ait semblé légèrement trouble et opalin, avec une légère astringence.

Cette année-là, le phénomène d'excrétion se reproduisit toujours à peu près de même, et il ne cessa que lorsque la feuille commença à jaunir, c'est-à-dire à l'approche de la maturité du rhizome. L'année suivante, nous pûmes constater l'apparition de gouttelettes en très-grand nombre, dès les premiers moments du développement du limbe foliaire, et alors que les divisions commençaient à se dégager et à se montrer au dessus du fourreau formé par les écailles qui les enveloppaient dans le bourgeon. A ce moment-là, toutes les pièces de la feuille étaient dressées perpendiculairement, serrées les unes contre les autres, formant un faisceau dont chaque extrémité présentait une gouttelette, laquelle restait en place un certain temps, pour après revenir dans la circulation, comme nous l'avons vu précédemment chez les feuilles adultes.

L'apparition des gouttelettes continua à avoir lieu, non-seulement pendant que les pièces du limbe foliaire restèrent dressées, mais aussi pendant le temps qu'elles mirent à s'étendre, et le phénomène continua après qu'elles furent complétement étalées : ce n'était point toutefois à l'extrémité géométrique des pièces foliaires que se tenaient ces gouttelettes, mais sur un point de la face inférieure situé près du sommet, et cela aussi bien lorsque le limbe était dressé, que lorsqu'il était étalé horizontalement, ou même avec ses extrémités pendantes.

Nous pûmes renouveler le phénomène d'excrétion à volonté, à n'importe quelle heure de nuit et de jour ; cependant nous devons dire qu'il était plus intense le jour que la nuit. Il nous suffisait de laisser souffrir un peu la plante de soif pour obtenir sûrement ce phénomène, qui s'accomplissait avec d'autant plus de rapidité et d'intensité que la plante avait plus soif. Dans certains cas, les gouttelettes ne se montraient que une ou deux heures après l'arrosement de la terre du pot ; d'autres fois elles se montraient plus tardivement, de même aussi que certains jours, les gouttelettes étaient résorbées quelques heures après leur apparition, tandis que d'autres fois elles restaient plusieurs heures, parfois une demi-journée et même jusqu'au lendemain ; mais il n'y avait jamais chute ni évaporation directe.

Quant à l'origine intérieure de ces gouttelettes, elle ne saurait être révoquée en doute, les expériences dont nous parlons s'étant toujours accomplies dans un appartement ou une pièce chaude, sèche, close, à l'abri de la rosée et de toute cause extérieure, et aucun arrosement ni seringage, n'ayant été donné aux parties aériennes de la plante, ni rien enfin n'ayant été fait qui pût donner lieu de supposer que les gouttelettes provenaient de causes extérieures. Au contraire, la terre seule des pots était mouillée, et cela avec précaution, de façon à éviter toute cause d'erreur et de confusion.

Depuis lors, nous avons voulu nous rendre compte si les sujets de

cette plante végétant dehors en pleine terre ou en pots, mais à l'air libre, présentaient le même phénomène; nous avons acquis la conviction que l'excrétion n'avait pas lieu normalement à l'air libre sous le climat de Paris; mais des plantes élevées en pots et qui étaient restées assez longtemps dehors, ayant été rentrées, non dans une serre, où l'air est toujours chargé d'une certaine humidité, mais dans une pièce sèche, ces plantes, après être restées plusieurs jours sans montrer la moindre gouttelette d'eau, n'ont pas tardé à se modifier, à s'habituer à ce nouveau milieu, et au bout de quelques jours elles excrétaient des gouttelettes en assez grande abondance; ce qui semble indiquer que ce phénomène a besoin pour se montrer de certaines conditions hygrométriques et particulièrement d'une atmosphère sèche et calme, comme ça été ordinairement le cas dans la boutique, l'appartement et la pièce où nous avons fait continuellement nos expériences.

Ce phénomène d'excrétion aqueuse par les feuilles des plantes n'est pas nouveau, et il a été constaté à plusieurs reprises et sur des plantes de diverses familles. Longtemps attribué à un dépôt de rosée ou à une cause extérieure, on a fini par reconnaître que la présence de gouttelettes d'eau, tantôt au centre ou aux bords de certaines feuilles, tantôt à leur extrémité verticale, c'est-à-dire à leur sommet, comme c'est le cas dans les Graminées et les céréales, ou bien encore à la pointe infléchie ou même pendante de certaines autres, était due, non point à la rosée ou à une condensation quelconque, mais bien à une sécrétion ou excrétion, ou si l'on préfère à une distillation spéciale, s'opérant de l'intérieur à l'extérieur par les tissus des végétaux qui offraient cette particularité.

Dans la famille des Aroïdées, notamment, une excrétion aqueuse avait déjà été observée et signalée chez des plantes appartenant à deux ou trois genres de la section des Colocasiées; mais ce phénomène n'avait pas jusqu'ici, que je sache, été constaté dans le groupe des Aroïdées Dracunculinées, auquel appartient le genre Proteinophallus qui fait le sujet de cette communication.

D'ailleurs, et quoique le fait soit analogue, il n'est pas semblable et les choses ne se passent pas absolument de la même manière dans les plantes de ces deux groupes d'Aroïdées.

Dans les Colocasiées, qui ont servi aux observations publiées il y a 45 à 50 ans par le Dr Schmidt de Stettin, et plus récemment, il y a environ 15 à 18 ans, par M. Duchartre, il y avait production successive, continue même, et chute des gouttelettes excrétées; en outre, le phénomène se produisait sur des plantes cultivées à l'air libre. Dans le *Proteinophallus Rivieri*, il n'y a pas chute de gouttelettes d'eau excrétées, et la production de ces gouttelettes ne s'accomplit, au moins

sous le climat de Paris, que dans des conditions de milieu spéciales et non pas d'une manière permanente, comme c'est le cas entre autres pour les expériences si curieuses publiées en 1859 par M. Duchartre, dans les *Annales des Sciences naturelles,* t. XI, série 4, p. 232, sous le titre : « Recherches physiologiques, anatomiques et organogéniques sur la Colocase des anciens ». Dans ce mémoire, auquel nous renvoyons les lecteurs que cette question intéresse, M. Duchartre dit que c'est par de petits orifices placés près de la pointe ou extrémité aiguë et unique du limbe de la feuille des Colocasia (chez lesquels cette feuille est sagittée, c'est-à-dire en forme de flèche), que se montrent et sortent successivement, comme en étant expulsées brusquement, des gouttelettes qui se rassemblent peu à peu formant une goutte qui va grossissant graduellement, jusqu'à ce que, son poids étant devenu trop fort, elle tombe et est remplacée par des gouttes nouvelles qui se succèdent ainsi plus ou moins rapidement, pendant vingt-quatre heures consécutives, pendant plusieurs jours et même pendant les trois ou quatre mois que dure la période végétative de ces plantes. — Parfois ces gouttes mettent une heure à se former avant de tomber, d'autrefois leur formation est très-rapide, et M. Duchartre cite des cas où il s'en forme 3, 4, 5, 10, 12 et même jusqu'à 18 et 26 par minutes.

Il est probable que si l'eau excrétée par le limbe foliaire du Proteinophallus ne tombe pas, cela est dû à ce que l'émission des gouttelettes s'y fait, non pas par un seul point du limbe, comme c'est le cas pour les feuilles des Colocasia, mais par un assez grand nombre de points à la fois, 12 ou 15 et même plus, et qu'alors la quantité d'eau qui forme chacune des gouttelettes n'est pas assez considérable pour atteindre un poids suffisant pour déterminer sa chute; quoi qu'il en soit, on voit qu'il y a dans la manière dont les choses se passent dans les plantes des deux groupes une différence notable, qui mérite d'être signalée et sur laquelle nous nous proposons de revenir, lorsque de nouvelles observations nous permettront de compléter cette partie inachevée de notre travail.

Malgré l'âcreté et la causticité du suc de la plupart des plantes de cette famille, un certain nombre d'Aroïdées tuberculeuses et notamment les Colocasia sont recherchés pour leur rhizome féculent, qui devient alimentaire après dessication, coction et lavage.

La vue du développement énorme que peuvent acquérir les rhizomes du Proteinophallus, m'avait donné à penser que cette espèce pourrait peut-être devenir l'objet d'une culture importante au point de vue agricole, industriel et peut-être alimentaire, notamment sous les climats de l'oranger et de l'olivier, où l'espèce serait vivace et rustique. Je me proposais, dans cette notice, de consacrer un chapitre à cette question ; malheu-

reusement je n'ai pas eu le loisir de l'étudier suffisamment, ce sera donc pour une communication ultérieure.

J'aurais désiré aussi pouvoir introduire ici quelques détails sur la composition anatomique et chimique des différentes parties de cette singulière plante ; ne pouvant m'en occuper moi-même, j'avais fait part de mon désir à notre savant collègue, M. Aymé Girard, professeur de chimie industrielle au Conservatoire des Arts et Métiers, à qui j'avais montré une de ces plantes en fleur ; avec son obligeance habituelle il s'empressa de se mettre à ma disposition, et voici ce qu'il m'écrivait en mai dernier, après une étude rapide et superficielle, d'une inflorescence que je lui avait remise : « L'étonnement que vous avéz éprouvé en face » de l'énorme volume de matière développée par l'inflorescence de » l'Amorphophallus, a été le résultat d'une illusion bien fréquente. Cette » matière, en effet, est pour les 92 centièmes de l'eau purement et sim- » plement. La tige (hampe et inflorescence), telle que vous me l'avez » remise, pesait 1 kil. 168 gr. ; desséchée, elle ne pesait plus que 90 gr., » et si l'on fait la part des matières solubles et du squelette cellulo- » fibreux, on trouve que la composition de l'ensemble est la suivante :

Eau	92.3
Matière cellulo-fibreuse.	5.9
Matière soluble.....	1.7
	99.9

» Vous m'avez dit que cette inflorescence provenait d'un rhizome » pesant 4 ou 5 kilogr. ; or, la composition du rhizome est la suivante :

Eau	72.1
Matière sèche.....	27.9
	100.0

» Pour expliquer le développement de l'inflorescence tout entière » aux dépens du rhizome, il suffirait d'admettre que celui-ci a fourni » 1 kil. 078 gr. d'eau et 90 gr. de matière organique ; or, en admettant » le poids de 4 kil. seulement, ce rhizome eût contenu 2 kil. 884 gr. eau » et 1 kil. 116 gr. de matière organique. — Sa teneur en azote = 2.2 de » la matière sèche.

» La partie stérile du spadice de N en I, figure 3, n'est qu'une enve- » loppe, un fourreau, de nature très-spongieuse, ne contenant presque » plus de suc lorsqu'il m'a été remis. C'est là, c'est à ce point unique, » qu'est concentrée l'odeur caractéristique de l'inflorescence.

» Cette partie est caractérisée par sa richesse en azote ; elle en

» contient 7 à 8 %, la moitié de ce que contient l'albumine et la fibrine. » A l'état naturel, elle pesait 93 grammes. Traitée par l'eau bouillante, » elle a fourni 5 grammes d'un extrait excessivement riche en azote. » Le résidu séché ne pesait plus que dix grammes. La présence de cette » grande quantité d'azote, explique l'odeur animale de cette partie de » la plante, mais on n'a pu reconnaître si c'est là un alcaloïde (la chose » est peu probable) ou même si la matière est vénéneuse.

» Du point I au point J, figure 3 (et fig. 4 ♂ et ♀) organes mâles et » ovaires nombreux — pas d'odeur, poids = 178 grammes : desséché » pèse 17 grammes — contient près de 3 % d'azote.

» De G en C, fig. 3, la hampe pèse 867 grammes. Etant pressée, four- » nit un jus à odeur de figue, marquant 1,009 de densité, renfermant » du sucre ; ce jus additionné d'une eau de lavage fournit 13 grammes » d'extrait, sans aucune odeur et ne renfermant que 1,5 d'azote.

» Desséché, le résidu cellulaire pèse seulement 36 grammes ; cette » partie de l'inflorescence contient donc 96 % d'eau.

» Quant à sa structure, c'est une masse cellulaire, renfermant quel- » ques vaisseaux ponctués, annulaires, même des trachées, et dans » laquelle on aperçoit d'énormes méats ou béats. Dans chaque cellule, » 2 ou 3 grains d'amidon d'une petitesse infinie (diamètre $\frac{1}{500}$ de milli- » mètre). En somme, aucune réserve alimentaire.

» Les feuilles ne présentent rien de particulier.

» Il serait intéressant de reprendre cette étude et de la refaire sur » l'inflorescence d'un rhizome pris d'avance, etc. Nous en reparlerons » en saison.

» *P. S.* — Quant au principe toxique, est-on bien sûr qu'il soit aussi » violent ? J'ai goûté à toutes les sauces que cette plante m'a fournies, » et je ne m'en porte pas plus mal. Comme je l'ai dit, si poison il y a, il » est dans la partie terminale de l'inflorescence (spadice), là où l'azote » abonde. Mais pour établir ce point, il faut opérer à nouveau sur des » plantes fraîches, etc., etc. »

Il est probable que, dans ce cas, et comme cela arrive pour beaucoup d'aroïdées, le principe vénéneux disparaît par la coction et la dessication ; peut-être aussi, que la causticité et l'âcreté s'atténuent et deviennent nuls pendant la floraison, ce qui a également été constaté et signalé pour plusieurs aroïdées. Ce sont là des questions à revoir, dont nous nous proposons de continuer l'étude, et pour lesquelles nous nous plaisons à espérer que M. Aymé Girard voudra bien nous prêter son savant et obligeant concours.

En novembre dernier, après la maturité des rhizomes de notre Proteinophallus, et alors qu'ils étaient abondamment gorgés de matière nutritive, nous en avons coupé un tout petit fragment et nous l'avons

mis dans la bouche. Sur le tout premier moment, nous n'avons rien senti; alors nous avons introduit plus avant ce fragment et avons commencé à le mâcher; nous avons eu alors la bouche pour ainsi dire brûlée; il s'est produit une inflammation intense de la muqueuse buccale, la peau des lèvres a blanchi et s'est détachée; la langue pour ainsi dire brûlée, s'est gonflée ainsi que les lèvres, au point de ne pouvoir parler qu'avec une très-grande difficulté. Nous étions donc en ce moment, en présence d'une plante vraiment vénéneuse. Désirant enrichir cette communication de quelques documents nouveaux, je m'empressai d'envoyer un ou deux de ces rhizomes à M. Aimé Girard; mais l'époque ou le terme officiel de la remise des mémoires approchant, je ne lui laissai pas le temps suffisant pour entreprendre une étude sérieuse; la chose devenait d'autant plus impossible que, obligé de préparer et de faire son cours, cet aimable savant disposait alors de fort peu de loisir. Voici néanmoins ce qu'il voulut bien m'écrire à ce sujet :

« Pendant deux jours, dont Noël, je me suis enfermé pour étudier » les rhizomes d'Amorphophallus, et je n'ai malheureusement à vous » communiquer rien qui vaille.

» Non pas que ces rhizomes ne soient intéressants, ils le sont, au » contraire, au premier chef; mais leur étude présente des difficultés » qu'il est impossible de vaincre dans un temps aussi court que celui » que vous avez mis à ma disposition.

» Si en effet la composition de ces rhizomes était analogue à celle » du Canna, ou des tubercules de pommes de terre, ou de la betterave, » on en aurait aisément raison; mais dans leur composition, j'ai trouvé » une complication inattendue.

» A côté de l'amidon polyédrique comme celui du maïs et du riz, à » côté du principe caustique, de cellules bien définies, de cellulose, etc., » j'ai trouvé dans ces rhizomes une masse énorme de mucilage plus » abondante à coup sûr que dans la graine de lin, etc., etc. (1).

» Prenez quelques grammes du rhizome, râpez et abandonnez la » masse à elle-même; au bout de quelques instants, vous la verrez » devenue presque solide, filante, etc., rebelle en un mot à tout traite- » ment.

» Or vous savez qu'au sujet des mucilages, nous sommes dans une » ignorance complète; nous les assimilons à la gomme adragante,

(1) Cette circonstance nous donne à penser, dès à présent, que l'espoir que nous avions conçu de pouvoir utiliser dans les pays chauds les rhizomes de cette plante au point de vue alimentaire ou industriel, doit être abandonné, à moins qu'on ne trouve un procédé qui permette de séparer facilement et économiquement la partie amylacée du mucilage qui l'englue d'une façon si remarquable. — E. R.

» mais cela ne nous rend pas plus habiles à les isoler, à les doser, etc.,
» à en séparer les principes réellement solubles de la plante, etc.

» Pour obtenir ce résultat, il faut du temps et un travail suivi,
» attentif; il faut surtout faire les choses par soi-même, et dans ce
» moment cela ne m'est pas possible. Je n'en serai pas moins entière-
» ment à votre disposition, et si voulez, nous pourrons reprendre cette
» étude après avril, alors que j'aurai un peu de loisir. Je n'ai en
» somme qu'un fait : le gros rhizome (celui qui est adulte et qui devra
» fleurir au printemps) contenait près de 72 °/₀ d'eau ; les petits (non
» encore d'âge à fleurir) près de 76 °/₀ d'eau ; y a-t-il là anomalie ou
» un état normal ? C'est encore une chose à suivre.... etc. »

Nous n'avons pu, dans ce premier mémoire, qu'effleurer quelques-uns des points intéressants que présente en si grand nombre l'étude de cette curieuse aroïdée ; jusqu'à présent, cette plante étant nouvelle et conséquemment rare et chère, nous n'avions pu avoir qu'un petit nombre de sujets d'étude, nous nous plaisons à espérer qu'il n'en sera plus ainsi et que nous aurons dorénavant à notre disposition des matériaux plus parfaits et plus abondants, avec lesquels nous nous proposons de continuer nos observations.

M. LE Dr ÉCORCHARD

Directeur du Jardin des Plantes et Professeur à l'Ecole supérieure des Sciences et des Lettres de Nantes.

SUR LA MANIÈRE D'ALLUMER LES SIPHONS D'UN CERTAIN DIAMÈTRE DANS LES JARDINS BOTANIQUES

— Séance du 23 août 1875. —

M. MERGET

SUR LA RÉDUCTION CHLOROPHYLLIENNE PAR LES FEUILLES ET LES FRUITS

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 25 août 1875. —

M. Merget décrit en l'accompagnant d'une démonstration expérimentale, un procédé nouveau pour recueillir l'oxygène dégagé par les feuilles et indique quelques plantes dont les feuilles fournissent un dégagement très-abondant de ce gaz.

Parmi les fruits, il indique, au point de vue de la réduction chrorophyllienne, deux groupes distincts, les uns pourvus de stomates à travers lesquels pénètre l'air atmosphérique et sort l'oxygène, les autres dépourvus de stomates. L'acide carbonique arrive à ces derniers par des voies diverses, mais le plus ordinairement ils le reçoivent des feuilles, qui le leur transmettent par les canaux aérifères des pétioles des rameaux et des pédoncules. L'oxygène, qui est mis en liberté sous l'influence de la lumière, reste à l'intérieur des fruits pendant la première période de leur développement, en y déterminant des réactions chimiques qui le fixent; plus tard il est restitué à l'atmosphère, dans laquelle il s'exhale par les stomates des feuilles, après avoir parcouru en sens inverse le trajet déjà suivi par l'acide carbonique.

M. le Dr ECORCHARD

Directeur du Jardin des Plantes, professeur à l'Ecole supérieure des Sciences et des Lettres. de Nantes.

NOUVELLE THÉORIE ÉLÉMENTAIRE DE LA BOTANIQUE

— Séance du 25 août 1875. —

Le Dr Ecorchard communique à la section une nouvelle théorie élémentaire de la botanique, dans laquelle il cherche à résoudre les principaux problèmes de la botanique, entre autres celui de conduire facilement aux noms des plantes, tout en conservant les rapports hiérarchiques qui les relient entre elles. Ce problème, tant cherché par Linnée, Adanson, de Jussieu, et entre autres par le célèbre de Candolle qui, après bien des essais infructueux, affirme que ce problème sera toujours l'écueil des talents même les plus décidés, y est résolu d'une manière si simple, si facile et si naturelle, que lorsqu'on connaît la méthode qui le résout, on est surpris qu'elle n'ait pas été trouvée et mise au jour plus tôt. (*Voici cette méthode.*)

Convaincu que, dans toute méthode, plus le nombre des divisions est grand, plus la facilité augmente dans la pratique, l'auteur divise les plantes en embranchements, sous-embranchements, divisions, sous-divisions, classes, sous-classes, tribus, sous-tribus, ordres, sous-ordres, et enfin en familles et sections de familles.

Ces coupes diverses, dont la première prime la seconde, la seconde la troisième, la troisième la quatrième, et ainsi de suite, manquent à la méthode analytique ou dichotomique de Lamark et de Candolle. Ce sont autant de stations ou d'étapes propres à reposer l'attention, à faciliter les recherches, et à conduire progressivement au but.

Les embranchements sont ceux qui sont établis dans la science depuis

longtemps; il divise en effet les plantes en deux grands embranchements, savoir :

1. EMBRANCHEMENT I.— *Stémono-carpelles* ou *phanérogames,* comprenant toutes les plantes pourvues de stémones et de carpelles, par conséquent à noces apparentes, les stémones portant ostensiblement dans leurs anthères des phytons fécondateurs (*granules polliniques*), et les carpelles renfermant dans leurs carpes des *ovules* qui, par l'influence des *granules polliniques*, deviennent des graines.

EMBRANCHEMENT II.— *Astémono-carpelles* ou *cryptogames,* c'est-à-dire plantes sans stémones ni carpelles, par conséquent à noces cachées, les phytons générateurs étant confondus avec ceux de la nutrition et ne se montrant pas sur des appendices spéciaux comparables aux stémones et aux carpelles.

2. Il divise l'embranchement des stémono-carpelles ou phanérogames en deux sous-embranchements basés sur l'organisation générale des plantes qui les constituent, savoir :

Sous-embranchement I. — Digènes ou zon-imparinerves, comprenant les plantes dont la croissance a deux origines, l'une ligneuse et l'autre corticale, dont les éléments fibro-vasculaires sont agencés dans la tige en *zones* ligneuses et corticales distinctes, et distribués dans les feuilles en nervures *imparinerves,* ramifiées et anastomosées; dont la chlamyde simple ou double est quaternaire ou quinaire, c'est-à-dire composées de 4, 8 ou 5,10 pièces soudées ou séparées, rarement 2 seulement, ou bien de squames en chatons, et, enfin, dont les graines ont deux cotylédons au moins..... 3

Sous-embranchement II. — Monogènes ou fasciculo-parinerves, comprenant les plantes dont la croissance n'a qu'une origine, où les tissus ligneux et corticaux sont mêlés et confondus; dont les éléments fibro-vasculaires sont agencés dans la tige en *faisceaux* épars, et distribués dans les feuilles en nervures *parinerves* ou curvinerves à parcours régulier et indivis, sans ramifications ni anastomoses; dont la chlamyde simple ou double est ternaire, c'est-à-dire à 3, 6, 9 pièces ou divisions, ou bien glumiflore, squamiflore ou sétiflore, c'est-à-dire formée de glumes, de squames ou de soies; et enfin dont les graines ont un embryon à un seul cotylédon..... 10

3. Le sous-embranchement des digènes ou zon-imparinerves est partagé en quatre divisions, savoir :

DIVISION I. — Dichlamydes, c'est-à-dire fleurs munies de calyce et de corolle..... 4

DIVISION II. — Monochlamydes, c'est-à-dire fleurs n'ayant qu'une seule enveloppe florale..... 7

DIVISION III. — Squamiflores, c'est-à-dire fleurs diclines, amentacées..... 8

DIVISION IV. — Achlamysquames, c'est-à-dire fleurs nues sans chlamyde ni squame..... 9

4. La première division est séparée en deux sous-divisions, savoir :

Sous-division I. — Collopétales, corolle à pièces soudées entre elles. 5

Sous-division II. — Dialypétales, corolle à pièces libres, séparées. 6

5. La première sous-division forme deux classes basées sur l'émergence de la corolle, savoir :

CLASSE I. — Carpocalycorolles, c'est-à-dire corolle émergeant du carpocalyce, qui forme un renflement visible sous la fleur; ex. cucurbitacées, valérianées, campanulacées, composées, lobéliacées, rubiacées, etc.

CLASSE II. — Thalamocalycorolles, c'est-à-dire corolle émergeant du thalame ou du calyce, carpie supère libre au milieu de la fleur; ex. primulacées, polémoniacées, jasminées, labiées, antirrhinées, etc.

La seconde sous-division offre également deux classes, basées sur l'émergence des pétales, savoir :

CLASSE III. — Thalamocalypétales, c'est-à-dire pétales émergeant du thalame ou du calyce, carpie supère libre au milieu de la fleur; ex. crucifères, amygdalées, renonculacées, papavéracées, magnoliacées, etc.

CLASSE IV. — Carpocalypétales, c'est-à-dire pétales émergeant du carpocalyce qui forme un renflement visible sous la fleur; ex. ombellifères, onagrariées, myrtacées, phyladelphées, ribésiacées, etc.

La division des monochlamydes nous offre notre cinquième et notre sixième classe, savoir :

CLASSE V. — Carpocalystémones, c'est-à-dire stémones émergeant du carpocalyce qui forme un renflement visible sous la fleur; ex. santalacées, bégoniacées, aristolochiées, etc.

CLASSE VI. — Thalamocalystémones, c'est-à-dire stémones émergeant du thalame ou du calyce, carpie supère libre au milieu de la fleur; ex. lauracées, daphnacées, polygonées, chénopodées, amaranthacées, protéacées, etc.

La division des squamiflores offre les 7e, 8e et 9e classes, basées sur la nature de l'enveloppe de la graine ou sur la nudité de celle-ci, savoir :

Classe VII. — Carpocalyspermes, c'est-à-dire graine enveloppée dans un carpocalyce ; ex. garryacées, juglandées, carpinées, corylacées, quercinées, castanéacées.

Classe VIII. — Carpélospermes, c'est-à-dire graine enveloppée dans une carpellie simple ; ex. bétulinées, platanées, balzamifluées, salixacées, myricacées.

Classe IX. — Gymnospermes, c'est-à-dire graine nue sans enveloppe ; ex. casuarinées, guètacées, taxinées, pinifères, abiétinées, cupressinées, cycadées.

La quatrième division forme la 10e classe, savoir :

Classe X. — Achlamysquames, fleurs nues sans chlamyde, ni squames ; ex. hippuridées, cératophyllées, callitrichinées, etc.

Le sous-embranchement des monogènes ou fasciculo-parinerves est partagé également en quatre divisions, savoir :

Division I. — Monodichlamydes, un ou deux chlamydes sépaloïdes ou pétaloïdes ; ex. commelinées, liliacées, iridées, amaryllidées.... 11

Division II. — Glumiflores, glumes en guise de chlamyde ; ex. graminées, cypéracées..... 12

Division III. — Squamisétiflores, squames ou soies en guise de chlamyde ; ex. typhacées, sparganiées, acoroïdées, orontiacées.... 13

Division IV. — Achlamydes, plantes sans aucune espèce de chlamyde ; ex. aroïdées, pandanées.

La 1re division donne les 11e et 12e classes, savoir :

Classe XI. — Carpochlamystémones, carpie portant la clamyde et les stémones et formant un renflement visible sous la fleur ; ex. hydrocharidées, cannacées, iridées, pontédériacées, musacées, etc.

Classe XII.— Thalamochlamystémones, thalame portant la clamyde et les stémones, carpellie supère, libre au milieu de la fleur ; ex. alstrœméries, joncées, colchicacées, commélinacées.

Les 2e, 3e et 4e divisions forment chacune une classe, savoir :

Classe XIII. — Glumiflores, fleurs munies de glumes en guise de chlamyde sépaloïde ou pétaloïde ; ex. graminées, cypéracées.

CLASSE XIV. — Squamisétiflores, c'est-à-dire fleurs munies de squames ou de soies en guise de chlamyde sépaléens ou pétaléens; ex. typhacées, sparganiées, orontiacées, acoroïdées.

CLASSE XV. — Achlamydes, c'est-à-dire fleurs nues sans chlamyde. *Ex.* Aroïdées, Pandanées, Characées, Lemnacées, Nayadées, Zostéracées, etc.

N. B. — Après quelques études sérieuses, on se servira exclusivement du tableau synoptique suivant pour arriver aux classes.

EMBRANCHEMENTS		SOUS-EMBRANCHEMENTS	DIVISIONS	SOUS-DIVISIONS	CLASSES
Plantes stémonocarpèles ou phanérogames.		Digènes.	Dichlamydes...	Collopétales....	1. Carpocalycorolles.
					2. Thalamocalycorolles.
				Dialypétales....	3. Thalamocalypétales.
					4. Carpocalypétales.
			Monochlamydes.....		5. Carpocalystémones.
					6. Thalamocalystémones.
			Squamiflores amentacées.....		7. Carpocalyspermes.
					8. Carpélospermes.
					9. Gymnospermes.
			Chlamyde nulle.....		10. Achlamysquames.
		Monogènes.	Chlamyde formée de 2 verticilles sépaloïdes ou pétaloïdes.....		11. Carpochlamystémones.
					12. Thalamochlamystémones.
			Chlamyde formée de glumes, de squames ou de soie.....		13. Glumiflores.
					14. Squamisétiflores.
			Chlamyde nulle.....		15. Achlamydes.
Plantes astémonocarpèles ou cryptogames.					

Le Docteur Écorchard se propose, dans une publication prochaine, d'exposer les détails de cette nouvelle théorie élémentaire.

M. GUILLAUD

SUR L'ORGANISATION DES RHIZOMES

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 25 août 1875. —

M. GUILLAUD expose la structure d'un certain nombre de rhizomes de monocotylédones et fait ressortir les variations considérables qu'offrent les faisceaux fibro-vasculaires de ces organes dans les diverses plantes de ce groupe.

M. DE LANESSAN

RECHERCHES SUR LE DÉVELOPPEMENT DES FAISCEAUX FIBRO-VASCULAIRES

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL.

— Séance du 26 août 1875. —

M. DE LANESSAN expose un certain nombre de faits qui se rattachent à un travail plus considérable et qui doit paraître prochainement et qui se rapporte au développement des faisceaux fibro-vasculaires.

M. H. BAILLON

Professeur à la Faculté de médecine de Paris.

RECHERCHES ORGANOGÉNIQUES SUR LES AMENTACÉES

— Séance du 26 août 1875. —

Ce groupe de plantes a été l'objet d'un trop petit nombre de recherches organogéniques. Les plus connues sont celles de H. Schacht; elles ont dévoilé quelques points importants de la structure du gynécée. Mais le type le moins étudié sous ce rapport est, sans contredit, celui des *Castanea*, qui nous occupera le plus dans ce travail. C'est à lui que la famille a dû son plus ancien nom. Adanson, en 1763, la nommait Famille des Châtaigniers. Plus tard, A.-L. de Jussieu changea ce titre en celui d'Amentacées, basé bien plus sur l'apparence extérieure commune des inflorescences que sur l'organisation identique des fleurs ou des fruits. Un grand nombre de genres rangés par Jussieu dans ce groupe en ont été séparés. On a généralement trouvé à les relier comme types amoindris à quelques familles dont les principaux genres sont bien plus complets comme organisation. Il ne reste plus des autres que les Bétulées, les Corylées, les Quercinées et les Myricées des auteurs. A la famille, constituée de la sorte et à laquelle nous donnerons de préférence son nom le plus ancien, celui de Castanéacées, nous joindrons provisoirement deux autres petits groupes sur lesquels il y aura certainement à revenir : les Leitnériées et les Balanopsées.

L'étude organogénique du Châtaignier commun présente d'assez grandes difficultés. Heureusement que les matériaux sont très-abondants et qu'on peut à volonté répéter les observations, tous les ans,

au printemps. Cet arbre est, en effet, un de ceux dans lesquels les fleurs commencent et achèvent leur évolution dans l'année même où leurs fruits arrivent à maturité ; ce qui, comme l'on sait, constitue pour les arbres de nos pays une sorte d'exception. En ouvrant au mois d'avril les bourgeons qui doivent donner des fleurs femelles (on sait que ce sont le plus souvent ceux qui occupent l'extrémité des rameaux les plus élevés), on y trouve un assez grand nombre d'inflorescences axillaires qui sont autant de petits axes cylindro-coniques et très-étirés. Bientôt ils se couvrent, de bas en haut, d'un grand nombre de bractées alternes, et dans l'aisselle de chacune d'elles se développe une petite inflorescence qui est loin d'être simple et qui présente de curieux phénomènes d'évolution avant de devenir ce qui sera finalement une châtaigne. C'est d'abord une petite cyme bipare, ou plutôt un glomérule à trois axes successifs de générations et à sept fleurs. La fleur de première génération est accompagnée de deux bractéoles latérales ayant chacune une fleur de seconde génération dans leur aisselle, et chaque fleur de la seconde génération a sur ses côtés deux fleurs de troisième ; en tout sept fleurs, par conséquent.

Nous reviendrons plus tard sur l'évolution individuelle de ces fleurs. Pour le moment, ne nous arrêtons qu'à l'ensemble du glomérule. Ses quatre plus jeunes fleurs, une fois nées, mais réduites encore à un petit mamelon presque globuleux, le support commun de ce glomérule commence à présenter une légère modification dont le début est assez difficile à saisir. Il s'épaissit insensiblement en un bourrelet extérieur ou inférieur aux sept fleurs, et qui les entoure toutes d'une sorte de couronne, à bord supérieur libre et entier, mais un peu inégalement élevé, suivant les divers points de son pourtour. C'est ce bourrelet, expansion tardive du pied du glomérule et, par conséquent, formation axile due à un phénomène comparable à celui qui, dans l'intérieur des fleurs, produit les disques, qui est le premier rudiment du sac épineux, dont les châtaignes sont finalement enveloppées. A cette époque, cet organe surnuméraire est lisse sur sa surface extérieure. Il porte seulement en certaines régions déterminées, au nombre de quatre, et dont on verra tout à l'heure la disposition, des bractées d'âges différents qui sont irrégulièrement superposées les unes aux autres, et qui doivent cette disposition aux développements inégaux dans les divers points de cette enveloppe surajoutée à l'inflorescence. Mais bientôt, outre ces bractées, qui sont des organes purement appendiculaires, la surface extérieure du sac présente des saillies en forme de rides ou collerettes superposées, qui naissent de haut en bas, à peu près parallèlement les unes aux autres et en nombre fort variable. Les plus prononcées sont donc les inférieures, et la plus élevée de toutes, c'est-à-dire

la plus jeune et la moins marquée, répond au bord du sac accessoire, là où se trouvent les fleurs de troisième génération. Chacune de ces fleurs en devient comme étroitement encadrée, sans adhérence avec lui ; et l'on a de la sorte quatre secteurs occupés par ces rides qui font défaut au niveau des points couverts par les bractées dont il était question tout à l'heure. De là la distinction, déjà possible à cette époque, de huit zones, alternativement bractéifères et chargées de ces plis décroissant de bas en haut. Les inférieurs se découpent les premiers, sur toute leur étendue à la fois, de fins festons marginaux (qui sont dus à l'inégal développement des points divers de leur bord supérieur). Viennent ensuite les plus élevés ; mais pendant longtemps, les festons manquent encore sur les rides supérieures, tandis que les inférieures en sont chargées. Ces dentelures élégantes sont les premiers états des aiguillons rigides, simples ou ramifiés, dont sera ultérieurement couverte l'enveloppe sacciforme de la châtaigne. Expansions d'un organe axile, dans lesquelles se prolongeront des faisceaux vasculaires appartenant à celui-ci, elles sont morphologiquement bien différentes des bractées, dont les groupes alternent avec elles et qui, elles, dépendent totalement du système appendiculaire. A l'époque de la maturité des fruits, les lignes de déhiscence de la coque répondent précisément aux zones occupées par des bractées, et chacun des secteurs alternes, recouverts des aiguillons, correspond à un des panneaux.

Comment se fait-il, cependant, que les fruits ne se trouvent le plus souvent qu'au nombre de trois dans le sac épineux de la châtaigne, tandis que le groupe floral tout entier était formé de sept fleurs ? C'est que la fleur de la première génération et les deux fleurs de la seconde prennent seules les caractères que nous attribuerons tout à l'heure aux fleurs femelles. Seules, elles auront un réceptacle profondément creusé et dans son intérieur un ovaire fertile. Toujours elles auront des étamines ; mais celles-ci demeureront stériles et peu volumineuses. Dans les quatre fleurs de troisième génération, au contraire, le réceptacle prendra généralement peu de développement. Elles seront uniquement mâles ; mais encore faut-il dire que leurs étamines auront le plus souvent des anthères stériles. Çà et là, du pollen pourra s'y former, et quelquefois encore, au lieu de demeurer intérieures au sac accessoire, ces fleurs mâles pourront être anormalement soulevées jusqu'à son bord, ou même reportées plus ou moins bas sur sa face extérieure. Ainsi s'expliquent ces cas, assez rares toutefois, où le sac épineux des châtaignes présente, plus ou moins cachées au milieu de ses saillies de nature diverse, des étamines fertiles disposées en ces points sans ordre apparent à l'âge adulte.

Quant à l'évolution de la fleur considérée individuellement (et il

vaut mieux nous occuper de la fleur femelle), elle rappelle celle d'un grand nombre d'autres fleurs à ovaire infère. Son petit réceptacle, d'abord convexe, grandit plus sur les bords qu'au centre, et devient graduellement cupuliforme, puis sacciforme; après quoi, il se dilate supérieurement en une cupule qui surmonte un étroit goulot. Les sépales, nés successivement sur ses bords, sont le plus souvent au nombre de six et disposés sur deux séries, les intérieurs alternes avec les extérieurs. Les étamines peuvent aussi, dans les cas les plus simples, être réduites au nombre de six, disposées sur deux verticilles et placées chacune en dedans d'un sépale. Celles qui sont superposées aux sépales intérieurs naissent les dernières. Les carpelles aussi sont normalement disposés sur deux verticilles. Il y en a trois en dedans des étamines intérieures et qui se montrent, en dedans d'elles et un peu au dessous, sur la face interne de la cupule réceptaculaire. Trois autres, nées ultérieurement, se montrent dans l'intervalle des premières. Toutes les six se rapprochent intérieurement et constituent, par les décurrences de leurs bords rassemblés deux à deux, six saillies placentaires, pariétales et centripètes, qui garnissent l'intérieur de la cavité réceptaculaire et tendent à la partager en six loges incomplètes. Dans chaque loge naissent ensuite, assez tardivement, deux ovules collatéraux, légèrement descendants et qui, dans leur mouvement d'anatropie, dirigent leur micropyle en haut et en dehors (1). Ajoutons à ce qui précède :

1° Que le nombre des étamines peut s'accroître d'une façon variable, parce que, de chaque côté de l'étamine, superposé à un sépale ou un pétale, peuvent se produire une ou plusieurs étamines relativement plus jeunes.

2° Que le nombre absolu des carpelles peut également varier, parce que, chaque verticille du gynécée peut être formé de trois à six folioles.

3° Que le réceptacle floral, toujours le même au début, c'est-à-dire légèrement convexe, devient plus ou moins creux, suivant que les carpelles qu'il renferme se développent plus ou moins dans la fleur femelle ou ne prennent aucun développement dans la fleur mâle.

(1) Ils se recouvrent de deux enveloppes. Leur anatropie est une de celles dont nous avons déjà donné d'assez nombreux exemples, et dans laquelle le sommet de l'ovule est tourné en haut, alors même que cet ovule est encore à peu près complétement orthotrope et ascendant. Plus tard, et à mesure que la portion de l'ovaire inférieure à l'insertion des ovules s'accroît en longueur, par suite de l'inégal développement des diverses parties du réceptacle et de l'ovaire (ce qui fait que celui-ci devient de plus en plus creux, et que les ovules, d'abord attachés tout près du fond de ses loges, finissent par être insérés vers le milieu de leur hauteur), le dos de chaque ovule s'accroît du côté de la région chalazique, et forme graduellement une gibbosité de plus en plus prononcée, sans que le sommet du nucelle cesse d'occuper sa position primitive. Les ovules sont donc plus ou moins complétement anatropes, sans cependant s'être jamais réfléchis.

4° Que les étamines, pourvues ou non d'une anthère, courte, biloculaire et introrse, sont fertiles dans les fleurs dont le réceptacle se creuse à peine et dont le gynécée ne se développe pas, et demeurent, au contraire, stériles (sans cependant disparaître complétement) dans celles dont l'ovaire prend tout son développement.

En suivant les différentes phases du développement de la fleur femelle des Châtaigniers, nous avons été frappé de leur ressemblance à un certain âge, avec ce que sont, à l'état presque adulte, les fleurs de certaines Combrétacées apétales, telles que les *Terminalia*. A ce moment, dans les deux types, même réceptacle concave, à goulot plus ou moins rétréci et surmonté d'une dilatation cupuliforme ; même périanthe de nature calicinale ; même androcée épigyne ; même ovaire infère, à cloisons centripètes peu proéminentes encore, et, vers les bords intérieurs de celles-ci, de part et d'autre, deux ovules descendants et anatropes, à micropyle dirigé en haut et en dehors. Dans la Combrétacée, il est vrai, les ovules sont insérés plus haut et non vers le bas de la loge. Mais l'insertion ovulaire deviendra tout aussi élevée, nous le verrons, dans les Hêtres, si voisins d'ailleurs des Châtaigniers. Dans ceux-ci, la cupule chargée de bractées et d'aiguillons, n'est qu'un organe accessoire, à évolution tardive, dont la présence ne modifie en rien l'organisation foncière des fleurs. Elle donne aux Châtaigniers un caractère propre qui ne permet pas, sans doute, de les confondre avec les Combrétacées, mais elle les range tout à côté de celle-ci, comme type à inflorescences amentiformes. Nous en avons conclu que les Châtaigniers représentent une forme amoindrie des Chigomiers, et nous avons pu dire de l'ensemble des Amentacées, tel qu'il subsiste, que « telle qu'elle est encore aujourd'hui, avec des séries si différentes les unes des autres par leur organisation, cette famille demeure, à notre sens, un ensemble de types dégénérés, amoindris, qui sont aux Malvoïdées et Urticoïdées, par les Ulmacées, Artocarpées et Bétulinées, et aux Combrétacées, Hamamélidées, Platanées, par les Quercinées et les Corylées, ce que les Antidesmées sont aux Euphorbiacées, les Juglandées (peut-être) aux Térébinthacées, les Garryacées aux Cornées et Hamamélidées, les Lacistémées aux Bixacées, les Myosurandrées et les Datiscées aux Cunoniées, les Salicinées (peut-être) aux Tamariscinées, etc. (*Histoire des plantes*, VI, 245.)

Le développement des Châtaigniers une fois connu, il n'y a que peu de chose à dire de celui des Chênes, attendu qu'ils s'expliquent l'un et l'autre, et que les deux genres ont entre eux des rapports si étroits, qu'il est bien difficile de les en séparer autrement que d'une façon tout à fait artificielle. On s'en convainc facilement quand on compare aux Chênes de nos pays d'une part, et de l'autre aux *Castanea*, les *Casta-*

nopsis distingués comme genre par M. A. de Candolle, et qui ont souvent le fruit entouré d'un sac épineux, semblable à celui des Châtaigniers, mais solitaire et à ovaire triloculaire. Schacht a déjà fait connaître le mode d'évolution centripète des placentas, et a étudié aussi une partie des développements de la cupule du gland, qu'il appelle un *disque*. C'est là justement le nom qu'on pourrait, comme nous l'avons dit plus haut, attribuer à l'enveloppe épineuse des Châtaignes. En réalité, les deux organes sont homologues, et celui du Chêne enveloppe une seule fleur, au lieu de trois et souvent (mais non constamment) d'une façon beaucoup moins complète; mais son origine est tout à fait la même.

Quand les bractées du bouton gemmiforme de la fleur femelle des *Quercus* ont été écartées, on voit au milieu d'elles un petit réceptacle convexe qui, par inégal accroissement de ses parties, devient en haut presque plan, puis légèrement cupuliforme. Sur ses bords naissent successivement les sépales, au nombre de cinq ou six dans nos espèces les plus communes, absolument comme dans les *Castanea*. De même en dedans d'eux se montrent ensuite trois carpelles qui, comme dans les Châtaigniers, mais en même temps surtout, comme dans les Coudriers, ne sont longtemps représentés que par leur portion stylaire. Déjà les lobes stigmatifères de leur sommet sont bien dessinés, sans que la portion ovarienne du gynécée soit visible. Mais peu à peu le pistil semble se soulever davantage et sortir lentement du réceptacle. Ce n'est là, bien entendu, qu'une apparence due à des développements inégaux de ses diverses portions. Bientôt, une légère dépression se forme au point où se rencontrent deux feuilles carpellaires voisines, et tout à fait à leur base. Il en résulte trois petites niches comparables à celles dans lesquelles se placent les statues et qui toutes s'ouvrent sur un vide central. Plus tard, chacune d'elles est partagée en deux moitiés latérales et symétriques par une saillie verticale médiane, à évolution centripète. Cette saillie est un placenta septiforme qui, de chaque côté de son bord interne, un peu au dessus de sa base, porte bientôt un ovule. Il se comporte, à peu près, comme celui des Châtaigniers et se recouvre aussi de deux enveloppes, avec le micropyle supérieur et extérieur. Quant à la cavité centrale de l'ovaire, elle se prolonge supérieurement, jusque dans l'intervalle des divisions stylaires et communique là avec l'atmosphère, par un étroit canal; mais celui-ci se rétrécit promptement. C'est vers cette époque que Schacht et quelques autres ont vu, sur une coupe transversale, pratiquée au niveau des ovules, une seule loge avec trois placentas pariétaux. Par une dissection pratiquée à un âge antérieur, ils auraient constaté que le gynécée des Chênes se comporte exactement, dans

son évolution, comme celui des Noisetiers (¹), sinon que ses parties sont ordinairement au nombre de trois, au lieu de deux et que, par conséquent, il se dessine tardivement sur la paroi verticale de la cavité, trois bandelettes saillantes, ovuligères, au lieu de deux. Comme bien d'autres faits, celui-ci établit l'étroite parenté des Corylées et des Quercinées, et donne raison aux auteurs qui se refusent à les placer dans des familles distinctes. Remarquons seulement que l'évolution du gynécée, commencée dans les Noisetiers à la fin de la belle saison, puis interrompue pendant l'hiver, et reprenant de plus belle vers le début du printemps pour constituer la portion ovarienne est, au contraire, continue dans les Chênes, comme dans les Châtaigniers, et que, commencée au printemps, elle s'accomplit tout entière dans l'espace d'un ou deux mois, suivant les espèces ; particularité rare, comme l'on sait, parmi les arbres forestiers de notre pays.

C'est à une époque variable, suivant les espèces, mais toujours postérieure à l'apparition du périanthe, ou même de toutes les parties essentielles de la fleur, que se montre le premier rudiment de la cupule. C'est un épaississement annulaire de l'axe qui se produit tout autour de la base de la fleur, en dedans des bractées et des bractéoles qui entourent celle-ci, absolument de la même façon qu'on voit certains réceptacles se dilater en bourrelet autour du pied de l'ovaire, pour constituer des disques hypogynes. On sait que dans quelques espèces du genre *Quercus,* la cupule demeure ainsi jusqu'au bout une sorte de plaque épaisse et discoïde. Plus souvent encore, comme dans les espèces indigènes, elle grandit davantage et se relève en cupule plus ou moins profonde. Sur la face extérieure de cette cupule, un *Quercus,* tel que notre *Q. Robur*, présente, on le sait, un grand nombre de petites saillies bractéiformes, étroitement imbriquées, et l'on s'accorde, je crois, à regarder la cupule comme formée d'un grand nombre de bractées unies entre elles dans une étendue variable. On la définit, par exemple, de la sorte, dans la *Flore de France :* « involucre fructifère (cupule) induré-ligneux, entourant seulement la partie inférieure du fruit, à bractées soudées dans presque toute leur longueur, ou libres et étalées au sommet, molles et jamais épineuses ». Les apparences extérieures semblent justifier cette interprétation. L'étude anatomique peut, à la rigueur, la justifier, car on y peut trouver des faisceaux disposés comme dans une feuille. Mais il ressort clairement de l'étude des développements que ces prétendues bractées sont, comme nous allons le voir, les homologues des saillies piquantes de la coque des châtaignes. Dans les descriptions classiques du genre *Castanea*, nous

(¹) Voyez *Comptes rendus de la première session de l'Association française*, 496, t. 9.

lisons que ces saillies sont « des épines subulées, fasciculées et divergentes. » Ces « épines » seraient donc ce que dans les Chênes on appelle des « bractées ». Dans les Hêtres, arbres si voisins des Chênes et des Châtaigniers, il y a aussi une enveloppe dure et quadrivalve, contenant ordinairement deux fruits ou faînes. On le définit ainsi, dans l'ouvrage précité, comme dans tant d'autres : « Involucre fructifère capsuliforme, ligneux, à quatre valves chargées d'épines molles ou coriaces (extrémités libres ou bractées) ». Ce sont les mêmes organes qu'on appelait « bractées » dans les Chênes, et « épines » dans les Châtaigniers. D'où l'on voit qu'en dehors de l'étude organogénique, on emploie trois désignations différentes pour un seul et même organe, un peu modifié comme forme et comme consistance, et surtout, qu'on l'appelle ici épine, c'est-à-dire rameau transformé, organe axile, et là, bractée, c'est-à-dire organe appendiculaire.

La jeune cupule qui s'élève autour de la base de l'ovaire infère de nos Chênes communs, est d'abord parfaitement lisse, tout comme la coque des Châtaigniers. Bientôt elle présente inférieurement une ride annulaire, semblable à celle de ces derniers, puis une seconde, située parallèlement un peu plus haut, puis une troisième, plus haut encore, une quatrième, et ainsi de suite. Ces rides peuvent s'arrêter vers le bord supérieur et libre de la cupule. Mais elles peuvent aussi, et le fait se produit dans le *Quercus Robur,* comme dans beaucoup d'autres, se propager au delà de ce bord, c'est-à-dire en redescendant sur la face intérieure de la cupule. En somme, l'apparition de ces rides circulaires a lieu, quoi qu'il en soit, de bas en haut. La première produite, c'est-à-dire la plus inférieure des extérieures, cesse bientôt d'avoir son bord libre et entier comme il l'était au début. Par suite de l'inégal accroissement de ses différents points, il se festonne d'un grand nombre de petites crénelures, comme il arrive dans les Châtaigniers. Après lui, le second se comporte de même, puis le troisième, et ainsi de suite. Mais il arrive que ce festonnement des rides, déjà très-prononcé en bas, s'accentue moins vers le bord libre de la cupule et disparaît tout à fait vers le bas de sa face interne, c'est-à-dire tout près de la base d'insertion du jeune gland. Quoiqu'à ce dernier niveau, les rides demeurent entières, peut-on les considérer comme morphologiquement différentes de celles qui sont plus ou moins déchiquetées en lobes bractéiformes ? Non évidemment. Et cependant, on décrit les extérieures comme des séries de bractées et les autres ne peuvent recevoir ce nom. Et cependant encore, les premières peuvent renfermer des faisceaux prolongés qui simulent ceux d'une feuille ou d'une bractée, tandis que les dernières peuvent en être totalement dépourvues. On sait aussi que dans beaucoup de Chênes de l'Asie tropicale, l'intégrité des bords des rides peut

persister jusqu'au bout, et que celles-ci sont ou circulaires et parallèles, ou continues et disposées suivant une ligne spirale; que ces lignes spirales ou circulaires peuvent être très-peu saillantes, peu nombreuses et très-écartées les unes des autres. Dans ces cas cependant, elles conservent toujours la même valeur au point de vue morphologique que dans les espèces où elles sont dilatées en lames bractéiformes plus ou moins considérables. Dans les Chênes, d'ailleurs, comme dans les Hêtres, il ne faut pas confondre ces « aiguillons » avec les véritables bractées qui existent, ainsi que dans les Châtaigniers, tout en bas de la fleur et sur les côtés de l'involucre ou de la cupule jusqu'à une hauteur variable sur certaines zones ou secteurs. Ces bractées, qui préexistaient aux organes floraux, au lieu de naître après eux, comme font les aiguillons des cupules, peuvent accidentellement remonter très-haut sur celles-ci, par suite probablement d'une sorte d'entraînement vertical; et l'on pourra peut-être expliquer de la sorte la présence, sur certains fruits anormaux de Châtaignier ou de Hêtre, de bractées foliformes, parfois assez développées, pouvant se montrer vers la portion supérieure de la coque, entremêlées à des aiguillons qui, dans l'état normal, existent ordinairement seuls à ce niveau. Rappelons-nous encore qu'on a considéré les « piquants » des Châtaignes comme anatomiquement analogues à des rameaux, et les « bractées » des cupules des Chênes comme histologiquement comparables à des feuilles; et cependant nous savons que ce sont des organes absolument homologues.

Nous insisterons peu, pour le moment, sur les autres types de la famille des Castanéacées. Celui des Bouleaux et des Aunes a d'ailleurs été observé par Schacht dans quelques-uns des états jeunes de son gynécée, et il a été constaté que celui-ci se comporte à beaucoup d'égards comme celui des Coudriers, c'est-à-dire que l'ovaire, formé de deux carpelles, mais ne comportant au début qu'une seule loge, présenté sur les parois de celle-ci deux placentas en forme de cordons alternes avec les feuilles carpellaires. L'un d'eux est antérieur et l'autre postérieur; mais constamment, dans les *Betula*, l'un d'eux s'arrête de bonne heure dans son développement. Constamment aussi, c'est le postérieur; tandis que l'antérieur, se comportant exactement comme celui des *Corylus*, produit de chaque côté un ovule descendant, anatrope, à un seul tégument, à micropyle finalement extérieur et supérieur. Quant au placenta postérieur, il peut, quoique toujours moins développé, arriver çà et là à produire aussi un ou deux ovules, mais ceux-ci sont ordinairement imparfaits et peu volumineux. En somme, on retrouve là le gynécée des Noisetiers, avec l'absence de calice supère, une enveloppe ovulaire unique

et une plus grande constance dans la situation primitive des deux ovules qui seront fertiles et qui tous deux appartiennent à un même placenta. Le mode de formation de la cloison de séparation des deux loges est digne d'attention, aussi bien que sa constitution anatomique. Au centre de chaque placenta correspond un faisceau fibro-vasculaire, alterne par conséquent avec les feuilles carpellaires. Mais, à mesure que le placenta postérieur se ralentit dans son accroissement, son faisceau s'arrête également, si bien que, finalement, il est réduit à une grande minceur.

Au contraire, le faisceau du placenta antérieur grossit beaucoup, comme le placenta lui-même qui, presque seul, suffit, en se portant au contact de la paroi opposée, à parfaire la séparation des loges ; de sorte qu'à l'âge adulte, le faisceau peut paraître tout à fait central ou à peu près, comme s'il s'agissait d'un placenta central libre. On voit par là à quelles illusions pourrait conduire la seule observation anatomique des parties adultes. On distingue facilement dans l'ovaire le parenchyme du mésocarpe des épidermes des deux faces. A la ligne médiane de chaque loge correspond un gros faisceau dorsal (nervure dorsale de la feuille carpellaire). En dehors de ce faisceau, le parenchyme du mésocarpe fait saillie en aile et s'allonge en s'amincissant. Ainsi se forment les membranes marginales de la samare, dépourvues à ce niveau d'éléments vasculaires et dans lesquelles les épidermes se rapprochent l'un de l'autre, séparés par une couche de mésocarpe cellulaire qui va toujours en s'amincissant. Quant aux couches internes du péricarpe, elles consistent, du côté de la cavité des loges, en un tissu cellulaire lâche qui s'étend de la paroi dorsale et de la région placentaire jusqu'à la jeune graine qui en est entourée. Ce tissu se disloque ensuite vers le centre et se sépare en éléments desséchés et gorgés de fécule.

Le développement des fleurs femelles est le même dans les *Alnus* que dans les Bouleaux. Dans l'*A. cordifolia,* les ovules sont primitivement ascendants et presque complétement orthotropes. Une petite gibbosité, d'abord à peine sensible, qui répond à la base de leur bord extérieur, se prononce et s'accroît graduellement, sans changement dans la direction du micropyle et du sommet organique de l'ovule ; telle est l'origine de l'anatropie de cet ovule qui ne se réfléchit cependant à aucun âge. Comme les Coudriers, les Bétulées ont, on le sait, la portion stylaire du gynécée complétement développée bien longtemps avant la formation de la cavité ovarienne.

Les Aunes ont assez souvent des chatons androgynes ; ce sont ordinairement les chatons femelles modifiés, dans lesquels les fleurs de la base sont remplacées par un certain nombre de fleurs mâles. C'est en mars et avril, qu'après un temps d'arrêt variable, on peut

assister au développement de la portion ovarienne du gynécée, qui se fait en peu de jours. C'est au mois de juin de l'année précédente qu'il faut commencer l'observation organogénique des fleurs mâles ; elle présente, ici comme dans plusieurs autres types amentacés, des faits d'un haut intérêt et sur lesquels nous aurons lieu de revenir dans d'autres travaux.

Les *Myrica* diffèrent surtout des autres Amentacées par leur placentation basilaire et leur ovule orthotrope. Le développement de leur fleur femelle commence aussi l'année qui précède leur épanouissement. La plupart des chatons occupent l'aisselle des feuilles et se trouveront, l'année suivante, au dessus de leurs cicatrices. Le chaton est chargé de bractées alternes et chaque fleur est accompagnée de deux bractéoles latérales. On voit assez souvent une ou deux de ces bractéoles se renfler au sommet en une anthère fertile, tandis que leur base s'amincit pour constituer un filet. Les partisans des explications tirées de la tératologie ne manqueraient pas de dire, d'après cela, que les bractéoles latérales représentent des pièces de l'androcée, des staminodes. Mais plus souvent encore on observe une autre anomalie : les bractéoles existent, avec leur forme et leurs dimensions normales, de chaque côté de l'ovaire, et dans l'aisselle de chacune d'elles se voit une étamine bien développée. Le gynécée naît par deux feuilles carpellaires, antérieure et postérieure. Elles dévient de bonne heure de cette position pour devenir latérales. Ces deux feuilles deviennent connées et forment un sac, béant au sommet, surmonté des deux branches stylaires. Au fond du sac naît assez tard l'ovule, dont le micropyle est supérieur et dont l'enveloppe est unique. M. J. Poisson a très-bien fait voir (in *Nouv. Arch. Mus.*, X, 95) les grandes analogies des fleurs femelles des *Myrica* et de celles des *Casuarina*. Il y a là plus qu'une ressemblance fortuite. Les Casuarinées sont le lien qui rattache les Conifères aux Amentacées, par l'intermédiaire des Myricées, et les prétendues graines ailées de certaines Conifères sont les homologues des samares, bien connues, de plusieurs Amentacées.

Nous adjoignons (non sans quelque doute) à la famille des Amentacées, telle qu'elle a été ci-dessus circonscrite, deux séries ou tribus dont l'étude organogénique serait des plus intéressantes, mais n'a pu être faite jusqu'ici. Elles ont pour type, l'une le genre *Leitneria* de M. Chapman, et l'autre le genre néo-calédonien que nous avons fait connaître, il y a peu d'années, sous le nom de *Balanops*.

Le *Leitneria* est un arbuste des marais de la Floride, qui rappelle à la fois par son feuillage les Châtaigniers et les Saules; il a les chatons de ces derniers, développés dans l'aisselle des cicatrices des feuilles de l'année précédente. Dans les chatons femelles, l'aisselle de chaque

bractée porte une fleur dont le gynécée peut être défini d'un mot : c'est celui d'une Bétulée dans laquelle l'un des carpelles (ici c'est le postérieur) disparaîtrait totalement. De là une seule branche stylaire et une seule loge ovarienne, parcourues dans la longueur de leur bord interne par un sillon sutural vertical. C'est de son côté que se trouve le placenta, pariétal et uniovulé. L'ovule est descendant, incomplétement anatrope, avec le micropyle en haut et en dehors. Le fruit est une drupe assez volumineuse, allongée, à sarcocarpe peu épais, avec une graine dont l'embryon charnu est entouré d'un albumen assez mince.

Dans les *Balanops* (1), on observe également un fruit charnu et une couche mince d'albumen autour d'un épais embryon. Mais le péricarpe a deux loges, ordinairement monospermes, et les graines sont ascendantes. Les fleurs mâles sont disposées en chatons et représentées uniquement chacune par un petit bouquet d'anthères introrses, à l'aisselle d'une bractée. Les fleurs femelles, sessiles sur le bois des tiges, se composent d'un ovaire dicarpellé, et à chacune de ses loges fort incomplètes correspondent deux ovules presque basilaires, ascendants, avec le micropyle extérieur et inférieur. Les funicules, très-inégaux, qui supportent ces ovules, se dilatent au dessus du micropyle en une sorte d'obturateur. Le fruit rappelle beaucoup, quant aux apparences extérieures, un gland de chêne légèrement charnu; mais il faut se rappeler qu'il est supère et libre, et que l'apicule de son sommet représente les restes du style et non les vestiges d'un périanthe épigyne. Ce qui complète une grossière ressemblance avec le gland, c'est que la base du fruit est entourée de nombreuses folioles imbriquées qui constituent une sorte de cupule. Mais ces folioles sont celles d'un calice ou d'un involucre; leur nature appendiculaire est incontestable. Il serait bien à désirer que, pour interpréter la signification de toutes ces parties et pour déterminer les véritables affinités de ce genre, on en pût étudier l'organogénie.

EXPLICATION DES FIGURES

PLANCHE XI.

DÉVELOPPEMENT DE L'INFLORESCENCE ET DES FLEURS FEMELLES DU CHATAIGNIER COMMUN (*Castanea vulgaris*).

Fig. 1. — Ensemble de la jeune inflorescence (chaton), au mois d'avril. Son axe rectiligne est chargé de bractées alternes, imbriquées; au sommet, elles sont encore très-peu développées.

(1) Voy. *Adansonia*, X, 117, 337 ; *Histoire des plantes*, VI, 237, fig. 207-213.

Fig. 2. — Une des bractées *b*, détachée de l'axe avec la jeune fleur *f* qu'accompagnent deux bractéoles latérales *b'*.

[*N. B.* — Les lettres sont désormais les mêmes pour désigner les mêmes organes. La fleur terminale ou de première génération *f;* les fleurs de deuxième génération *f';* celles de troisième *f'';* la bractée axillante de l'inflorescence partielle *b;* les bractées secondaires *b';* les bractées tertiaires *b'';* les bractées d'ordre ultérieur ou indéterminé *br;* la cavité réceptaculaire de la fleur *r;* les portions de la future coque de la châtaigne ou involucre, comparable à la cupule des Chênes *c;* les sépales extérieurs *s;* les sépales intérieurs *s';* les étamines extérieures *e;* les étamines intérieures *e';* les loges ovariennes séparées les unes des autres par des cloisons placentiformes plus ou moins complètes *l;* les ovules *o.*]

Fig. 3. — Bractée florifère vue par sa face supérieure. Elle est accompagnée de deux bractéoles latérales et le réceptacle floral porte déjà les trois sépales extérieurs.

Fig. 4. — Fleur plus âgée; les trois sépales intérieurs paraissent dans l'intervalle des extérieurs.

Fig. 5. — Fleur plus âgée. Dans l'aisselle de ses bractées latérales se montrent les fleurs de seconde génération, accompagnées elles-mêmes de leurs bractéoles latérales *b'*.

Fig. 6. — Les sept fleurs de la cyme sont distinctes. Celles de troisième génération sont réduites à leur réceptacle. Celles de seconde génération ont déjà leur calice. Dans celle de première génération, il y a un mamelon staminal en dedans de chaque pétale. Au centre, le sommet organique du réceptacle présente une légère dépression.

Fig. 7. — État plus avancé d'une inflorescence partielle. Il y a des étamines dans les fleurs de deuxième génération et un périanthe dans celle de troisième.

Fig. 8. — Cyme 7-flore, à l'époque ou au dessous des fleurs de troisième génération, le réceptacle de l'inflorescence partielle se déforme de façon à rejeter les véritables bractées (*br*) dans l'intervalle des fleurs de troisième génération et à constituer en dessous de chacune de celles-ci un bourrelet saillant (*e*), en forme de croissant, encore parfaitement lisse, et qui représente le sommet d'un des quatre lobes de la future coque du fruit, ou involucre.

Fig. 9. — Cyme 7-flore, à un état plus avancé. Sur le bourrelet en forme de croissant (*c*) qui encadre en dehors les fleurs de troisième génération, on aperçoit déjà une ride parallèle au bord et qui le dédouble en deux arcs concentriques.

Fig. 10. — Même groupe floral que dans la figure précédente, mais placé de telle façon que l'observateur a devant lui une des fleurs de deuxième génération, tandis que dans la figure précédente, il les voyait toutes les deux de profil.

Fig. 11. — Cyme 7-flore, plus âgée encore et dans laquelle les lobes de l'involucre sont partagés par des rides concentriques en lobes arquées, d'autant plus jeunes qu'ils sont placés plus haut. Les supérieurs sont encore entiers, tandis que les inférieurs ont commencé à se festonner sur le bord libre.

Fig. 12. — Jeune fleur vue de haut avant l'apparition du gynécée. Le centre de son réceptacle *r,* est déprimé en cupule profonde.

Fig. 13. — Même fleur, coupe longitudinale.

Fig. 14. — Coupe longitudinale d'un bouton plus âgé, dans lequel la coupe réceptaculaire s'est creusée davantage en dedans des étamines et présente le début des feuilles carpellaires, destinées à constituer les loges de l'ovaire *l*.

Fig. 15.— Fleur plus âgée encore, coupe longitudinale. Les carpelles rapprochés bords à bords proéminent davantage dans la cavité ovarienne.

Fig. 16. — Cyme 7-flore, à l'époque où les divisions stylaires de la fleur terminale sont longuement exsertes au dessus du calice. Les diverses portions de l'involucre sont formées, quoiqu'il n'enveloppe pas encore les fleurs de deuxième et de troisième générations et qu'il ne dépasse pas la base de ces dernières. Huit zones sont parfaitement distinctes sur sa surface extérieure : quatre médianes, portant les vraies bractées, à insertions à peu près transversales et parallèles les unes aux autres *br*, et quatre alternes avec les précédentes, situées au dessous des fleurs de troisième génération et répondant aux futures valves de l'involucre. Elles sont toutes chargées d'arcs concentriques à bord supérieur festonné *c*.

Fig. 17. — Fleur femelle, coupe longitudinale, au moment où les carpelles tendent à se rejoindre par leurs bords internes et où apparaissent, en dedans et en bas de chacun d'eux, deux ovules *o*.

Fig. 18. — Coupe longitudinale d'un bouton plus avancé, avec les ovules *o*, plus âgés, ascendants et de forme ovoïde.

Fig. 19 et 20. — États successifs des ovules quand ils se sont recouverts d'une, puis de deux enveloppes.

PLANCHE XII.

DÉVELOPPEMENT DE LA FLEUR FEMELLE DES CHÊNES, ÉTUDIÉ SUR PLUSIEURS ESPÈCES DE NOS BOIS ET DE NOS JARDINS, NOTAMMENT LE *Quercus Robur* (*R*) ET UNE ESPÈCE CULTIVÉE DANS LA PÉPINIÈRE DU MUSÉUM SOUS LE NOM DE *Q. hybrida* (*H*).

Fig. 1. — Jeune inflorescence en cyme. La fleur terminale *f* a encore le réceptacle convexe; elle est accompagnée à sa base de bractéoles, dont deux au moins *b'b'* ont à leur aisselle une fleur de seconde génération *f' f'* (H).

Fig. 2. — Bouton dans lequel les sépales *s* sont formés et où les carpelles *l* commencent à paraître. *b'*, bractéole latérale de la fleur (R).

Fig. 3. — Bouton dont le calice *s* est formé, accompagné de deux boutons *f'* de seconde génération et de sa bractée-mère *b*. (H).

Fig. 4. — Même bouton vu d'en haut : *s*, calice; *l*, gynécée (R).

Fig. 5. — Bouton plus âgé. Les sépales *s* commencent à s'imbriquer. La cupule *c* commence à se former au dessous de la fleur (R).

Fig. 6. — Bouton plus âgé. *s* calice. En écartant les bractées inférieures *b*, on voit le disque sur lequel se sont formées plusieurs rides annulaires, de bas en haut. Les inférieures sont déjà festonnées sur leur bord, et les supérieures sont encore entières (R).

Fig. 7. — Bouton enveloppé de bractées imbriquées (R).

Fig. 8. — Bouton représenté dans la figure précédente. Les sépales *s*, écartés, laissent voir les carpelles *l*, se touchant par leurs bords (R).

Fig. 9. — Bouton plus âgé, coupe longitudinale. *bb*, bractées; *c*, cupule; *s*, calice; *l*, gynécée (R).

Fig. 10. — Fleur entière, un peu plus âgée que la précédente : *s*, calice ; *l*, gynécée (R).

Fig. 11. — Coupe longitudinale du bourgeon floral représenté dans la figure précédente : *bb*, bractées ; *c*, cupule ; *s*, calice, *l*, gynécée (R).

Fig. 12. — Fleur femelle plus âgée ; mêmes lettres (R).

Fig. 13. — Coupe longitudinale du bourgeon floral auquel appartenait la fleur précédente : *bb*, bractées ; *c*, cupule ; *e*, squamules de la cupule ; *s*, calice ; *l*, gynécée (R).

Fig. 14. — Cupule appartenant à une fleur à peine plus âgée. En dedans des bractées se sont formées, sur la cupule *c*, des squamules résultant du festonnement des rides successives de la surface. Les plus internes (supérieures) de ces rides, voisines de la base intérieure de la cupule, sont encore parfaitement entières sur les bords (R).

Fig. 15. — Coupe longitudinale d'une fleur femelle plus âgée. Mêmes lettres. Le calice *s* est déjà assez élevé sur la fleur femelle. Néanmoins, le gynécée n'est représenté que par la portion stylaire et l'on ne voit pas trace des loges ovariennes (R).

Fig. 16. — Coupe longitudinale d'une fleur dans laquelle les loges ovariennes se sont formées au fond du puits étroit qui répond à l'axe du gynécée et contiennent déjà des ovules au début *o*. *c*, cupule ; *s*, calice ; *l*, gynécée (H).

Fig. 17. — Loge ouverte par le dos. Les deux ovules, encore presque orthotropes, se sont revêtus de leurs enveloppes (H).

Fig. 18. — *Myrica Gale.* Jeune fleur femelle. Placée à l'aisselle d'une bractée *b*, elle est accompagnée de deux bractéoles latérales *b'b'*, déjà un peu soulevées sur le jeune ovaire que surmontent les sommets *l* des deux feuilles carpellaires antérieure et postérieure.

Fig. 19. — Coupe longitudinale (antéro-postérieure) de la fleur précédente. *b*, bractée-mère ; *ll*, branches stylaires, sommet des deux feuilles carpellaires. Dans l'ovaire ouvert se voit l'ovule orthotrope et basilaire *o*.

Fig. 20. — Fleur femelle dans laquelle la fleur femelle, à l'aisselle de la bractée *b*, est accompagnée de ses deux bractéoles latérales dont l'une *b'* est normale et dont l'autre *eb'* est transformée en étamine ; elles peuvent l'être l'une et l'autre.

Fig. 21. — Fleur femelle dans laquelle, à l'aisselle des deux bractéoles latérales *b'*, se sont accidentellement développées des étamines *e*.

Fig. 22. — Fleur femelle presque adulte. L'ovule *o* s'est recouvert de son enveloppe qui laisse encore apercevoir le sommet du nucelle.

Fig. 23. — *Alnus cordifolia.* Ovaire jeune, ouvert. Les ovules, revêtus d'une enveloppe, sont à peu près orthotropes et ascendants.

Fig. 24. — *Betula fruticosa.* Gynécée jeune, avant l'apparition des ovules.

Fig. 25. — Même gynécée, coupe longitudinale. Entre les feuilles carpellaires se trouve la cavité ovarienne dont les parois sont parfaitement lisses.

Fig. 26. — Inflorescence triflore, coupe longitudinale médiane, antéro-postérieure. Elle passe par le milieu de la fleur centrale et du placenta pariétal antérieur, déjà chargé d'un ovule.

Fig. 27. — Coupe transversale de l'ovaire jeune, passant par le placenta antérieur *pa,* au niveau des deux ovules *oo.*

Fig. 28. — Coupe longitudinale du même ovaire, laissant voir le placenta pariétal antérieur *pl,* chargé de ses deux ovules *o.*

Fig. 29. — Ovule revêtu de son enveloppe et devenu descendant ; le micropyle encore béant.

M. DUTAILLY

SUR LE SYSTÈME FIBRO-VASCULAIRE DES NŒUDS DE LA TIGE DU RICIN

— Séance du 26 août 1875. —

10e Section

ZOOLOGIE ET ZOOTECHNIE

PRÉSIDENTS D'HONNEUR.... M. THOMAS, de Nantes.
M. CARL VOGT, professeur à l'Université de Genève.
PRÉSIDENT..... M. L. VAILLANT, professeur au Muséum d'histoire naturelle de Paris.
VICE-PRÉSIDENT..... M. A. GIARD, professeur à la Faculté des Sciences de Lille.
SECRÉTAIRE..... M. EUDEL, capitaine au long cours.
VICE-SECRÉTAIRE..... M. BONJOUR, de Nantes.

M. Louis BUREAU

De Nantes.

L'AIGLE BOTTÉ, AQUILA PENNATA (CUVIER), D'APRÈS DES OBSERVATIONS RECUEILLIES DANS L'OUEST DE LA FRANCE

— Séance du 20 août 1875. —

SYNONYMIE. — *Falco pedibus pennatis,* Briss. Ornith (1760), t. VI, suppl. p. 22. — *Falco pennatus,* Gmel. S. N. (1788), t. I, p. 272. — *Aquila pennata,* Brehm. Lehr. der nat. Eur. Vög. (1823), t. I, p. 20. — *Hieraëtus pennatus,* Kaup. Classif. Saüg. und Vög. (1814), p. 120.

		Longueur	Envergure	La queue dépasse les ailes de	Poids
TAILLE. —	Mâle (1 sujet)...	0m 49	1m 18	0m 030	0k 640g.
	Femelle (1 sujet)	0m 54	1m 30	0m 035	

DIAGNOSE. — Tarses totalement emplumés, le plus souvent une touffe de plumes d'un blanc pur (épaulettes) à l'insertion des ailes; bec gros et court, queue entièrement brune en dessus (1).

TYPE BLANC

MALE ET FEMELLE ADULTES

Front blanchâtre; toutes les *parties inférieures :* devant du cou, poitrine, abdomen et sous-caudales d'un *blanc pur* ou plus ou moins lavé de roussâtre, avec de longs traits bruns sur la tige des plumes, principalement à la poitrine et à l'abdomen; cuisses et jambes d'un blanc pur chez les très-vieux sujets, marquées chez les autres de petites bandes transversales rousses; dessus et côtés de la *tête* et du cou d'un beau *jaune fauve,* marqué de taches longitudinales brunes, plus larges au dessus du front; moustaches d'un brun noirâtre, s'étendant sur la région de l'oreille; dos, couvertures des ailes et sus-caudales d'un brun sombre, largement brodé de brun clair; épaulettes d'un blanc pur; pennes des ailes brun noir; queue brune en dessus, blanchâtre en dessous, avec quelques bandes brunes transversales et comme effacées; cire jaune; pieds jaunes (écailles jaunes, sillons interécailleux bleu verdâtre); bec bleuâtre à la base, noirâtre à la pointe; iris brun-roussâtre.

La femelle ne diffère du mâle que par une taille un peu plus forte.

TYPE NÈGRE

MALE ET FEMELLE ADULTES

Front blanchâtre; toutes les *parties inférieures :* devant du cou, poitrine, abdomen, cuisses, jambes et sous-caudales d'un *brun de suie* et d'un brun noirâtre chez quelques sujets, avec des traits plus foncés sur la tige des plumes; dessus et côtés de la *tête* et du cou d'un *jaune fauve,* marqué de taches longitudinales brunes, plus larges au dessus du front; moustaches d'un brun noirâtre, s'étendant sur la région de l'oreille; épaulettes d'un blanc pur; dos, couvertures des ailes, queue, cire, pieds, bec, iris ne différant en rien de ces mêmes parties chez le *type blanc.*

Quelquefois, comme l'ont fait remarquer MM. Alléon et Vian, le ventre, les flancs, les sous-caudales et les culottes sont marqués de taches orbiculaires et de bandes transversales blanches.

La femelle ne diffère du mâle que par une taille un peu plus forte.

(1) Quelques auteurs ajoutent à cette diagnose : *trois écailles sur la dernière phalange du doigt médian.* Mais ce caractère est très-inconstant.

TYPE BLANC

JEUNE AVANT LA PREMIÈRE MUE

Front blanchâtre; toutes les *parties inférieures* lavées de *jaune roussâtre* avec des traits bruns sur la tige des plumes; cuisses de teinte plus claire marquées quelquefois de petites taches rousses; épaulettes d'un blanc pur; dessus et côtés de la *tête* et du cou d'un beau *roux de rouille,* marqué de taches longitudinales brunes, plus grandes et plus foncées au dessus du front, où elles forment une large plaque, et chez les très-jeunes sujets d'une gouttelette d'un roux plus clair sur la pointe de chaque plume; *moustaches très-accusées,* d'un brun noirâtre, s'étendant sur la région de l'oreille; parties supérieures comme chez les adultes, mais plus lustrées; cire jaune vif; commissure du bec et pieds jaune clair; iris d'un brun tirant sur le gris de lin.

TYPE NÈGRE

JEUNE AVANT LA PREMIÈRE MUE

Front blanchâtre; toutes les *parties inférieures* d'un *brun de suie* avec des traits plus foncés sur la tige des plumes; épaulettes d'un blanc pur; dessus et côtés de la *tête* et du cou d'un beau *roux de rouille,* marqué de taches longitudinales brunes, plus grandes et plus foncées au dessus du front, où elles forment une large plaque, et chez les très-jeunes sujets d'une gouttelette d'un roux plus clair sur la pointe de chaque plume; *moustaches très-accusées,* d'un brun noirâtre s'étendant sur la région de l'oreille; parties supérieures comme chez les adultes, mais plus lustrées; cire jaune vif; commissure du bec et pieds jaune clair; iris d'un brun tirant sur le gris de lin.

JEUNE EN DUVET. — (Les jeunes en duvet des deux types sont semblables.)

Tête, cou, corps tout entier, cuisses, jambes, jusqu'à la naissance des doigts, à l'exception du talon, couverts de duvet d'un *blanc pur,* quelquefois très-légèrement gris perle (1), abondant sous le ventre et sur le croupion, plus clair sur le jabot; sur la tête le duvet est mêlé de poils blancs plus longs et plus abondants que sur les autres parties du corps; espace compris entre l'œil, la cire et la naissance du bec dénudé et d'un gris verdâtre. Bec noirâtre à la pointe, bleuâtre à la base, où il se nuance insensiblement avec le jaune qui borde les mandibules depuis le milieu du bec jusqu'à la commissure; talons, doigts jaune beurre; paupières incolores; ongles noirs, à face inférieure d'un blanc-jaunâtre; iris gris de lin foncé.

Habitat. — L'aigle botté a été observé dans la moitié méridionale de l'EUROPE : France, Allemagne, Autriche, Espagne, Grèce, Turquie d'Europe, Russie méridionale; en AFRIQUE : Algérie, Egypte, cap de Bonne-Espérance; en ASIE : Turquie d'Asie, toutes les Indes, Ceylan; et selon Schlegel (2), en AUSTRALIE *(Aquila morphnoïdes, Gould, Birds of Australia,* vol. I, pl. 2.)

(1) Cette légère teinte gris perle qu'on peut, avec quelque complaisance, observer sur certains sujets, ne paraît point en rapport avec la livrée future. Nous possédons, en effet, un jeune en duvet du blanc le plus pur, chez lequel cependant on voit poindre aux parties inférieures les plumes caractéristiques du type nègre.

(2) Schlegel : Muséum des Pays-Bas, Aquilæ, p. 9.

Les descriptions qui précèdent ont assurément quelque chose d'étrange, mais aussi ces livrées multiples et parallèles, cette existence de deux types, l'un blanc, l'autre nègre, font assez pressentir que l'*Aigle botté* est soumis à des lois spéciales et tout à fait insolites. Nous aurons à les étudier plus loin, après avoir réfuté les assertions erronées qui obscurcissent son histoire.

Considéré généralement comme habitant des parties orientales de l'Europe, et regardé par les ornithologistes comme l'un des oiseaux qui visitent le plus rarement la France, l'aigle botté n'en est pas moins, dans nos départements de l'ouest, dans sa véritable patrie, puisque déjà cinq nichées ont permis à MM. G. et P. de l'Isle et à moi, d'y suivre la construction du nid, la ponte, l'incubation et l'éducation des jeunes.

Ajoutons à cela que, depuis cette époque, nous avons examiné en France, en Belgique et dernièrement en Autriche, en Hongrie et en Grèce, pays plus privilégiés encore, de nombreux aigles bottés, et l'on comprendra sans peine que nous avons pu disposer pour l'étude de cette espèce d'un très-grand nombre de matériaux.

C'est à l'aide de ces derniers documents, des observations que nous avons faites sur nature dans l'ouest de la France, de celles qui ont été recueillies en Pologne par le comte Wodzicki, et sur le Bosphore de Constantinople, par M. A. Alleon, que nous avons cherché dans ce mémoire, à jeter quelque jour sur l'histoire des aigles nains.

Historique. — L'aigle botté a été signalé la première fois par Brisson (1). En 1760, sous le nom de Faucon pattu, *Falco pedibus pennatis,* il donna la description et la figure noire d'un sujet en livrée brun de suie, qui faisait partie du cabinet de Mme de Bandeville. A cette époque, l'aigle botté était la seule connue des espèces naines de rapaces aux tarses empennés.

La Buse pattue *archibuteo lagopus* (Brehm ex Briss.), qui devait être longtemps confondue avec lui, ne fut décrite que quatre ans plus tard, par Brunnich (2), sous le nom de *Falco lagopus,* comme espèce propre aux régions boréales.

Pendant une période de plus d'un demi-siècle, l'échantillon du cabinet de Mme de Bandeville demeura unique, et les auteurs ne purent, au sujet de l'aigle botté, que reproduire la description de Brisson.

Jusqu'à cette époque, l'histoire de l'Aigle botté et de la Buse pattue demeura parfaitement distincte, mais bientôt s'ouvrit entre ces deux

(1) Brisson : *Ornithologie,* 4 vol. in-4o, Paris, 1760. Vol, VI, suppl. p. 22.
(2) Brunnich : *Ornithologia borealis,* 1 vol. in-8°. Hafniæ, 1764. p. 4.

oiseaux une longue période de confusion, à laquelle Temminck, après y avoir contribué (1), eut le mérite de mettre fin (2).

La distinction spécifique de ces deux oiseaux dès lors établie, tout laissait prévoir que leur histoire se compléterait avant peu. Cette espérance se réalisa en partie pour la Buse pattue, mais il n'en fut rien pour l'aigle botté, dont l'histoire devint, au contraire, de plus en plus confuse.

La discussion, loin de s'éteindre, changea seulement de terrain et se concentra sur ce dernier avec une vivacité nouvelle.

Brehm crut, en effet, reconnaître dans l'*Aigle botté* deux espèces (3), l'une de grande taille, munie d'épaulettes, à laquelle il conserva le nom d'*Aquila pennata*; l'autre, de taille plus petite, dont il fit l'*Aquila minuta,* et chez laquelle il croyait constante l'absence d'épaulettes blanches à l'insertion des ailes.

De son côté, Baldamus (4), trouvant parmi des œufs parfaitement authentiques d'aigles bottés deux formes distinctes, crut devoir les rapprocher des deux espèces admises par Brehm, et vint ainsi donner plus de poids à cette distinction spécifique.

Brehm et Baldamus, qui avaient vu d'abord le comte Wodzicki se rallier à leur opinion (5), ne tardèrent pas à trouver en lui un redoutable adversaire (6). Wodzicki avait été conduit à admettre l'existence de l'*Aquila minuta,* et cela comme il le dit lui-même par l'examen des œufs « petits, ronds et blancs..... » de la coll. du comte Dzieduszycki, accompagnés du mâle et de la femelle.

Mais bientôt, ayant observé que la taille est très-variable chez l'*Aquila pennata*, que les épaulettes blanches ne sont pas un caractère constant, et qu'elles se dissimulent avec la plus grande facilité sous les couvertures des ailes, le comte Wodzicki reconnut que ces oiseaux mal montés l'avaient induit en erreur. Dès lors, il ne négligea rien pour réunir les matériaux nécessaires à la rectification de l'article qu'il avait inséré dans les *Naumannia*, et devint le plus ardent défenseur de l'unité spécifique des *Aq. pennata* et *minuta.*

En trois ans, il fut assez heureux pour observer dix couples d'aigles bottés, dont il tua les parents et se procura les œufs et les jeunes. Puis, dans le but de compléter ses études sur cette espèce, il fit un voyage

(1) Temminck : *Manuel d'ornithologie,* 1 vol. in-8°. Amsterdam, 1815.
(2) Temminck : *Manuel d'ornithologie,* 4 part. in-8°. Paris, 1820-1840.
(3) Brehm (G. L.): *Handbuche der Naturgeschichte aller Vögel Deutschlands.* 1 vol. grand in-8° avec 47 pl. Ilmenau, 1831.
(4) *Naumannia, Archiv fur die Ornith.* 1853.
(5) *Naumannia,* 1852.
(6) *Naumannia,* 1854.

dans la Pologne russe, où l'on rencontre des collections assez complètes des oiseaux indigènes. Là aussi, il trouva les mêmes preuves, quoique les échantillons provinssent de localités différentes. Il rencontra quelques *Aq. minuta* qui sous leurs ailes étaient de vrais *Aq. pennata ;* il vit enfin un aigle botté dont une aile avec épaulette blanche représentait l'*Aq. pennata*, et dont l'autre, sans épaulette, représentait l'*Aq. minuta.*

Wodzicki était sur la voie de la vérité ; il reconnut bien l'unité spécifique des *Aq. pennata* et *minuta*, mais malheureusement ses déductions en apparence logiques l'entraînèrent fatalement dans une autre erreur : il fit, en effet, de la livrée brune de l'aigle botté, l'apanage exclusif de jeune âge.

Aujourd'hui, malgré les belles recherches de Wodzicki, les ornithologistes restent dans la plus grande incertitude, au sujet de la valeur spécifique de l'*Aq. minuta.* La rareté des aigles bottés et la difficulté d'en examiner un grand nombre font que les auteurs n'osent émettre aucune opinion. A.-E. Brehm (1) a conservé l'espèce établie par son père, et tend même à en créer une troisième. Nous sommes surpris qu'un observateur aussi habile, et qui a eu l'occasion d'étudier l'aigle botté en Égypte et en Espagne, n'ait pas été mis sur la voie de la valeur réelle des livrées si singulières de cet oiseau.

Il nous faut donc, avant de tracer l'histoire de ces étranges livrées ; faire d'abord justice de cette espèce nominale, créée par Brehm, admise par les uns, rejetée par les autres, et qui jette sur l'aigle botté, la plus profonde confusion. Nous verrons ensuite que l'existence chez l'aigle botté, de deux *Types parallèles ; l'un blanc, l'autre nègre,* aussi communs l'un que l'autre, est la cause de ces longues polémiques ; puis nous décrirons les mœurs et la reproduction de cette espèce, et nous terminerons enfin, en montrant qu'il existe, dans l'ordre des oiseaux de proie, quelques faits analogues, et qu'il deviendra nécessaire un jour, de décrire, chez plusieurs rapaces, depuis la naissance jusqu'à l'âge adulte, deux types parallèles, comme nous le faisons aujourd'hui pour l'aigle botté.

IDENTITÉ DE L'AQUILA PENNATA ET DE L'AQUILA MINUTA

Afin de mieux montrer combien sont inconstants les caractères invoqués pour différencier l'*Aq. minuta* de l'*Aq. pennata*, examinons quelle est la valeur de ceux assignés à l'*Aq. minuta* : 1° une taille plus faible ; 2° l'absence d'épaulettes ; 3° des œufs petits, ronds, à grain fin et sans taches.

(1) A.-E. Brehm: La vie des animaux illustrée. Paris, t. 1, p. 382.

1° *La taille* est très-variable chez les oiseaux de proie : non-seulement les femelles surpassent les mâles en grosseur, mais il existe aussi entre les sujets d'un même sexe de telles différences, que si on prend, dans une même espèce, un mâle très-petit et une femelle de forte taille, on peut obtenir un écart quelquefois considérable. Et si on se basait sur la taille, qui, du reste, est un caractère de peu de valeur, ce ne serait plus deux espèces d'aigles bottés, mais au moins quatre qu'il faudrait créer, puisque A.-E. Brehm cite un sujet beaucoup plus petit que l'*Aq. minuta* (1), et que de leur côté, MM. Jaubert et Barthélemy-Lapommeraie (2) ont signalé une femelle capturée dans le midi de la France, dont la taille égale presque celle de l'aigle Bonelli.

2° *L'absence d'épaulettes*, dont on a voulu tirer un caractère spécifique, n'est pas de plus grande valeur. Il existe, en effet, des aigles bottés, des moins discutables, dépourvus d'épaulettes. Ainsi nous avons vu chez M. Fairmaire, un adulte, en livrée blanche, provenant d'Espagne, qui en était dépourvu, et cependant entièrement semblable à ceux que nous tuons dans l'Ouest de la France.

Elles font également défaut chez un sujet du type nègre (n° 5,950) que nous avons examiné dans les galeries du muséum de Bruxelles, et MM. Alleon et Vian ont « souvent rencontré des sujets adultes chez lesquels les épaulettes blanches manquaient totalement ou en partie (3). » Toutefois, les sujets dépourvus d'épaulettes sont bien plus rares qu'on ne le pense généralement, et cela pour deux raisons : d'abord l'aigle botté, lorsqu'il est vivant, dissimule au repos ses épaulettes ; puis, sur les sujets montés, elles disparaissent avec une facilité surprenante après la préparation, à tel point, que l'on éprouve souvent de grandes difficultés à les découvrir ; aussi conçoit-on pourquoi il y a tant d'*Aq. pennata* sans épaulettes dans les collections, et comment beaucoup de naturalistes ont été conduits à adopter les deux espèces établies par Brehm. Ainsi sur un sujet en livrée brun de suie (n° 5,951) du muséum de Bruxelles et sur un autre semblable que nous avons examiné dans les galeries du muséum d'Athènes, nous avons eu de la peine à retrouver les épaulettes, cachées dans les replis de la peau par suite du mauvais montage.

Mais ce qui montre mieux encore le peu de valeur de ces touffes de plumes d'un blanc pur, c'est leur existence fréquente d'un côté seulement, l'autre en demeurant entièrement dépourvu. Ainsi Wodzicki, comme nous le disions plus haut, cite un aigle botté dont une aile, por-

(1) A.-E. Brehm : La vie des animaux illustrée, t. 1, p. 382.

(2) Jaubert et Barthélemy-Lapommeraie : Richesses ornithol. du midi de la France, p. 36.

(3) A. Alleon et J. Vian : Des migrations des ois. de proie sur le Bosph. de Const. in : Revue et mag. de zool. 1869.

tant une épaulette blanche, représentait l'*Aq. pennata*, et dont l'autre, sans épaulette, représentait l'*Aq. minuta*. M. Alleon, je crois, en a aussi eu des exemples, et tout dernièrement encore, dans la riche série d'aigles bottés de Bruxelles, nous avons examiné un jeune sujet (n° 4983) à peine emplumé, chez lequel nous n'avons découvert que l'épaulette du côté gauche.

Enfin, nous avons tué près de son nid, dans le département de la Loire-Inférieure, une femelle en livrée blanche, d'une admirable beauté, dont l'une des épaulettes est à peine indiquée, tandis que l'autre se compose d'une touffe épaisse d'un blanc pur.

Et du reste, on doit attacher si peu d'importance à ces épaulettes et les regarder d'autant moins comme caractère spécifique, que l'aigle botté n'est pas le seul de la famille chez qui ce caractère soit inconstant. Ainsi l'*Aquila fulva* (Savig. ex Lin.) et l'*Aquila nœvia* (Briss.) portent quelquefois des épaulettes blanches. Mais tandis que leur existence est la règle chez l'aigle botté, il est très-rare de les observer chez ces deux aigles ; cependant on en a dès exemples (1).

Nous voyons donc combien sont inconstantes les épaulettes dont on a voulu se servir pour créer une espèce ; tantôt elles existent sous forme d'une épaisse touffe de plumes blanches, tantôt elles ne sont formées que de deux ou trois plumes, tantôt elles n'existent que d'un côté seulement, tantôt enfin elles font entièrement défaut, et, qui plus est, elles deviennent exceptionnellement, dans la famille des aigles, la parure de plusieurs espèces.

3° *Différence des œufs.* — Tant qu'aux caractères que Baldamus a voulu tirer du grain, de la couleur, de la forme et de la grosseur des œufs, ils sont sans importance. Les œufs sont, en effet, toujours susceptibles de grandes variations.

Or, des six œufs attribués par Baldamus à l'*Aq. minuta,* deux seulement, ceux de la collection du comte Dzieduszycki, sont accompagnés du mâle et de la femelle, et ce sont précisément ces deux oiseaux mal montés qui ont induit en erreur le comte Wodzicki et lui ont fait écrire dans les *Naumannia* un article (2) dont il s'empressa de publier une rectification, après avoir constaté sur dix nids qu'il trouva lui-même et dont il tua les parents, que les œufs d'*Aq. pennata,* dans leur grain, leur forme, leur couleur, sont aussi variables que ceux des buses.

Les œufs de l'*Aq. minuta* sont, selon Baldamus, blanc-bleuâtre et sans taches, ils mesurent G. D. 53mm à 53mm 1/2 ; P. D. 43mm et diffèrent,

(1) Degland et Gerbe : *Ornith. européenne,* 2 vol. in-8°. Paris, 1867. — Alleon et Vian : *Revue et Magasin de zoologie,* 1870.

(2) *Naumannia,* 1852. 2 Band. 2 Heft.

selon lui, des œufs ovoïdes, à grain fin et vivement tachés de l'*Aq. pennata.*

Mais ces caractères sont illusoires; ces œufs ne diffèrent point de certains œufs d'*Aq. pennata.* Nous en possédons un, en effet, dont le petit diamètre est également de 43mm, et dont le grand diamètre, 56mm, n'excède que de 2mm 1/2 ceux de Baldamus; il est également presque arrondi, à gros grain, blanc-bleuâtre et sans aucune tache. Son authenticité cependant ne saurait être contestée, car le mâle (livrée blanche), que nous avons tué nous-même, près du nid, est revêtu d'épaulettes et fait partie de notre collection. La femelle que nous avons pû examiner à loisir portait la livrée brune.

Du reste, Wodzicki (1) a donné de longues descriptions des œufs de l'*Aq. pennata,* et de ceux attribués, sans raison, à l'*Aq. minuta.*

Il demeure donc bien établi : 1° que la taille est très-variable chez l'aigle botté ; 2° que les épaulettes n'ont qu'une valeur secondaire, et qu'elles ne peuvent en rien être invoquées comme caractère spécifique, puisqu'elles sont inconstantes et que du reste, dans la série des aigles, elles deviennent exceptionnellement la parure de plusieurs espèces ; 3° que les œufs de cet oiseau sont très-variables.

Ainsi s'écroulent déjà, devant l'analyse des faits, les caractères différentiels de l'*Aq. pennata* et de l'*Aq. minuta.*

LIVRÉES DE L'AIGLE BOTTÉ

Comment se fait-il donc que l'histoire de cet oiseau soit demeurée si confuse? C'est que l'Aigle botté est soumis à des lois singulières qui ne trouvent, dans la série animale, que de faibles analogies. Comme nous l'avons établi dans notre description, et comme le prouvent les observations que nous donnons à l'appui, l'*Aigle botté possède deux types parallèles, l'un blanc, l'autre nègre, et chacun de ces types comprend la livrée de l'adulte et celle du jeune en premier plumage ;* de là, quatre livrées (2). On comprend, dès lors, tout le trouble

(1) *Naumannia.* 1854.

(2) *Le Muséum de Paris* (1875) ne possède que deux livrées parfaites et une livrée de transition :

1° Trois sujets adultes du *type blanc,* qui paraissent être trois femelles. Le premier a été pris aux environs de Paris, le second vient d'Égypte, et le troisième de l'Inde ;

2° Un sujet adulte du *type nègre* venant de l'Inde ;

3° Un sujet du *type blanc,* dans un âge de transition, à parties inférieures très-décolorées et ne présentant plus que quelques vestiges de coloration rousse, mais ayant encore conservé quelques traits du jeune âge : la tache brune auriculaire très-accusée, la grande plaque brune frontale, le roux de rouille de la tête.

La quatrième livrée, c'est-à-dire celle du type nègre en premier plumage, fait défaut.

Le Muséum royal d'Histoire naturelle de Bruxelles (juillet 1873) ne possède également que trois livrées de l'*Aquila pennata ;* mais, ici, c'est l'adulte du *type blanc* qui fait défaut :

1° Deux sujets adultes du *type nègre* : l'un (5950) d'un noir assez foncé, sans épaulettes,

que durent jeter dans l'histoire des Aigles nains ces livrées multiples, constantes, et, qui plus est, absolument différentes pour un âge déterminé.

Toutes les combinaisons imaginées par les auteurs pour grouper ces plumages, et leur assigner un rapport avec l'âge, étaient déjouées par les faits.

Presque tous ont fait de la livrée brune le plumage du jeune âge, et de la livrée blanche le plumage de l'adulte.

De leur côté, Jaubert et Barthélemy-Lapommeraie ont décrit la livrée blanc lavé de roussâtre comme celle de l'âge moyen ; et tout ré-

Afrique orientale; l'autre (5951) d'un brun de suie, avec épaulettes très-cachées par suite du mauvais montage, Afrique orientale ;

2° Deux jeunes du *type blanc* : l'un (4983) en duvet, prenant son premier plumage, épaulettes difficiles à découvrir (nous n'avons trouvé que celle du côté gauche), pris au nid en France; l'autre (3332) ♂ , en premier plumage d'une grande fraîcheur, parties inférieures lavées de roussâtre clair, tête rousse, épaulettes, Europe méridionale ;

3° Un jeune du *type nègre* (3331), ♀, premier plumage d'une grande fraîcheur, parties inférieures d'un brun de suie, tête rousse, épaulettes, Europe méridionale.

Le Muséum de Vienne (juillet 1875) possède trois livrées parfaites et une livrée de transition. Le premier plumage du type blanc fait défaut :

1° Trois adultes du *type blanc,* tous munis de deux épaulettes; deux sont d'Égypte, le troisième de provenance inconnue ;

2° Un adulte du *type nègre,* portant deux épaulettes, et tué en Autriche en 1811 ;

3° Un sujet du *type blanc,* dans un âge de transition ; teintes inférieures d'un blanc lavé de roussâtre, tête rousse, deux épaulettes. Ce sujet, que nous avons pu examiner avec soin, grâce à l'obligeance de M. A. von Pelzen, a été tué à Luxembourg, près Vienne, en août 1872. Les parties inférieures sont en voie de décoloration, comme chez le jeune sujet du type blanc du Muséum de Paris, et lui donnent déjà quelque chose du facies de l'adulte ;

4° Deux jeunes sujets du *type nègre* : le premier, très-jeune, brun de suie, tête rousse, deux épaulettes, est le type du jeune Aigle botté nègre, Himalaya, 1867 ; le second, tué en Autriche le 6 mai 1828, paraît être un jeune de l'année précédente, qui, sans mue réelle, et simplement par usure, a, en grande partie, perdu la coloration rousse de la tête.

Le Muséum de Pesth (juillet 1875) ne possède que trois livrées :

1° Un adulte du *type blanc,* Autriche ;

2° Un adulte du *type nègre,* ♀. Autriche, 1837 ;

3° Deux jeunes du *type nègre* : l'un, de petite taille, à plumage d'une grande fraîcheur, brun de suie, tête rousse, épaulettes blanches, pris vivant sur une île du Danube, près de Titel, et mort en août 1869 ; l'autre, ♀, également brun de suie, à teinte un peu plus roussâtre, très-marqué de taches longitudinales brunes, tête rousse, épaulettes blanches, Autriche, 1840.

Deux autres Aigles bottés, l'un blanc, l'autre nègre, font partie de la collection générale.

L'Université d'Athènes (mars 1875) ne possède également que trois livrées :

1° Un adulte du *type blanc,* deux épaulettes, 30 octobre 1860, Athènes ;

2° Un ♂ adulte du *type nègre,* plumage brun de suie foncé, épaulettes très-difficiles à découvrir, à cause du mauvais montage, Parnasse, 7 juillet 1857 ; une ♀ en plumage brun de suie, avec quelques taches blanchâtres sous le ventre, deux épaulettes, 14 décembre 1865, Grèce ;

3° Deux sujets du *type blanc,* qui paraissent être de jeunes individus : le premier est une ♀ tuée aux environs d'Athènes le 7 septembre 1862, à poitrine d'un blanc légèrement teinté de roussâtre, plumes de la tête arrondies, portant une gouttelette plus claire à l'extrémité, munie de deux épaulettes; le second est une ♀ tuée en Grèce le 27 octobre 1866, à plumage très-frais, parties inférieures d'un blanc légèrement lavé de roussâtre, tête rousse, avec oreilles bien marquées, et ornée de deux épaulettes.

cemment, en Allemagne, on a vu, dans les livrées de l'Aigle botté, une différence de sexe.

Seuls, deux excellents observateurs, MM. Alleon et Vian, attribuèrent avec raison les livrées brun de suie à une variété mélanique.

Le *jeune en duvet*, n'étant susceptible d'aucune variation, a été bien décrit ; mais le *jeune avant la première mue* a subi les vicissitudes les plus étranges.

En effet, les uns soutiennent que l'Aigle botté, à sa sortie du nid, a les parties inférieures d'un *blanc lavé de roussâtre ;* les autres affirment qu'il les a uniformément *brun de suie.* Ce problème a donné lieu à de nombreuses controverses, et depuis longtemps les auteurs oscillent entre ces deux conclusions.

Qui devons-nous croire ? Tous ont raison, mais tous aussi pèchent par leur absolutisme. La difficulté était de concilier des opinions en apparence divergentes.

Pour la solution d'un problème de cet ordre, les observations de cabinet demeurent absolument stériles ; il est nécessaire de scruter la nature, et, par-dessus tout, de ne point voir dans les faits plus qu'ils ne nous enseignent.

Ainsi, Wodzicki avait observé l'Aigle botté dans le nid ; les jeunes qu'il avait recueillis lui-même étaient revêtus de la livrée *brune ;* et, comme il observait fréquemment des couples composés d'un sujet en livrée *blanche* et d'un autre en livrée *brun de suie,* il en tirait, par des déductions en apparence logiques, ces conclusions : 1° la livrée brune est l'apanage du jeune âge ; 2° l'Aigle botté se reproduit au moins une fois avant de prendre la livrée de l'adulte.

Qui n'eût pas tiré de ces faits les mêmes conclusions ? Et cependant, pour légitimer de telles assertions, il eût fallu démontrer, ce qui n'est pas, que les Aigles bottés en livrée brune prennent plus tard le plumage blanc attribué aux adultes.

Des observations nouvelles étaient nécessaires pour élucider la question ; mais encore fallait-il être assez heureux pour observer des couples et des nichées favorables.

Après avoir déjà chez plusieurs couples, comme nous le verrons plus loin, constaté l'alliance entre adultes des types *blanc* et *noir,* nous fûmes assez heureux, M. de l'Isle et moi, pour découvrir en 1868, dans la forêt d'Ancenis (Loire-Inférieure), une nichée qui semblait créée pour les besoins de la cause. Elle donnait à elle seule la solution des principales questions controversées sur cette espèce. Ce nid, en effet, contenait *deux jeunes, l'un blanc roussâtre, l'autre brun de suie, et le couple qui leur avait donné naissance se composait d'un mâle brun de suie et d'une femelle en livrée blanche.*

Il était dès lors manifeste que l'aigle botté, dans le premier âge, affecte deux livrées absolument différentes l'une de l'autre, et analogues aux deux livrées si remarquables des adultes ; en un mot qu'il revêt deux *types* bien distincts, l'un *blanc,* l'autre *nègre,* et que de l'union de ces sujets naissent indifféremment des jeunes de l'une ou de l'autre race.

Maintenant que cette observation, jusqu'ici unique, donne la clef des livrées si singulières de l'aigle botté, il est possible de grouper autour d'elle quelques faits analogues.

Ainsi j'ai examiné avec soin deux intéressants aigles bottés du muséum de Bruxelles, l'un du *type blanc* (n° 3331), l'autre du *type nègre* (n° 3332), tous deux manifestement jeunes, arrivés au même degré de développement, vraisemblablement âgés de deux à trois mois comme l'attestent la coloration rousse des plumes de la tête, les gouttelettes qui les terminent, la faiblesse des ongles, la grande fraîcheur du plumage, et qui, reçus ensemble de la maison Verreaux, sont probablement les deux frères d'une nichée semblable à la nôtre.

De plus, M. A. Alleon, qui nous a fait un si bienveillant accueil pendant notre séjour sur le Bosphore, et qui a étudié cette espèce aux environs de Constantinople, a découvert dans le nid (1), le 30 juillet 1868 deux jeunes, qui portaient déjà aux parties inférieures les teintes pâles que les auteurs attribuent exclusivement aux adultes. Jusqu'alors, de même que le comte Wodzicki, il n'avait trouvé que des jeunes portant de la gorge aux sous-caudales, des plumes d'un roux rembruni.

Enfin tous les sujets, jeunes ou adultes, que nous avons examinés, montrent la constance de ce *dimorphisme* dans les deux sexes et à tous les âges, sans prédominance de l'une ou de l'autre forme.

Comme il eût été trop long de donner l'analyse de ces nombreux sujets, nous avons pris soin de signaler plus haut ceux que possèdent quelques grands musées de l'Europe.

Les livrées des deux types, jeunes ou adultes, nous sont actuellement connues ; mais par quelles transformations de plumage les jeunes arrivent-ils à la livrée de l'adulte? Nous ne pouvons qu'avec réserve tenter de résoudre ce problème. Cependant les nombreuses observations que nous avons faites nous permettent, croyons-nous, d'esquisser comme il suit le développement de cette espèce.

Les *jeunes* nous quittent à l'automne, chacun dans leur premier plumage. Nous ne croyons pas qu'ils muent à l'automne qui suit leur naissance, et c'est là aussi l'opinion de Wodzicki. Nous pensons que ces jeunes des deux types reviennent en Europe, au printemps, sans avoir

(1) Alleon et Vian : *Rev. et mag. de zool.* 1870.

mué, mais avec des couleurs profondément modifiées par l'usure du plumage :

1° Le jeune en livrée *brun de suie* devient moins foncé sur les parties inférieures; le roux de rouille de la tête perd sa coloration vive, les plumes s'effilent et perdent les larmes peu apparentes qui les terminent.

2° Le jeune en livrée *blanc-roussâtre,* subit à la tête les mêmes transformations que le précédent; ses parties inférieures se décolorent, blanchissent, et perdent graduellement la teinte roussâtre qui se voit à la sortie du nid. C'est dans cet état curieux, montrant le passage graduel du jeune âge à l'âge adulte, que sont, un jeune en livrée blanc-roussâtre très-décolorée du muséum de Paris, un sujet du muséum de Vienne, deux sujets de l'université d'Athènes.

Ces changements produits, les jeunes des deux types se rapprochent déjà beaucoup des adultes de leurs races, et quelques mues successives achèvent de leur donner la livrée des vieux.

Les adultes *muent* après l'achèvement de la couvée, quelquefois même pendant l'incubation; les sujets du *type blanc reprennent une livrée blanche!* ceux du *type nègre une livrée brun de suie,* quelquefois brun noirâtre ou presque noire! et qui paraît toujours plus foncée que la livrée usée et décolorée qu'ils viennent de perdre. Les sujets nègres, pendant la mue, sont alors comme maculés de brun foncé, presque noir, sur fond fuligineux. Ces échantillons ne sont pas rares, ils démontrent *la fixité de la livrée nègre;* en ce moment même, nous en avons deux sous les yeux, l'un de la collection P. de l'Isle, l'autre de la collection E. Bonjour, l'une des belles galeries ornithologiques de la France.

MŒURS

Il n'y a pas longtemps encore, les mœurs de l'aigle botté n'étaient guère mieux connues que ses livrées, aujourd'hui on doit au comte Wodzicki, au comte Lazar et à A.-E. Brehm des documents intéressants, qu'on pourra consulter avec fruit, recueillis en Europe et en Egypte, mais dans lesquels on se ressent quelquefois de la distinction des *Aq. pennata* et *minuta* et de la confusion des âges.

L'aigle botté n'a encore été rencontré qu'isolément sur différents points de la France, aussi le considère-t-on comme l'un des oiseaux les plus rares qui visitent notre territoire. C'est à M. G. de l'Isle que nous sommes redevables de sa découverte dans la Loire-Inférieure (20 mai 1864) (1).

(1) Dès 1828, M. Millet signalait deux captures faite en Anjou : un sujet tué dans la forêt de Baugé, et une femelle abattue sur l'aile d'un moulin à vent. Quarante années s'écoulèrent avant

Depuis cette époque, MM. de l'Isle et moi nous avons été assez heureux pour découvrir cinq nids de cette espèce. Nous avons vu les Aigles bottés bâtir leur nid, effectuer leur ponte, élever leurs petits; et ce qui donne à ces faits une authenticité parfaite, c'est que nous avons tué le mâle ou la femelle des cinq nichées.

L'Aigle botté est un oiseau de passage, qui habite en été la partie méridionale de l'Europe, en hiver, l'Asie et l'Afrique. La Méditerranée et la mer Noire séparent assez bien ces deux stations; cependant quelques sujets ne les franchissent pas au printemps, et se reproduisent en Algérie et dans le nord-ouest de l'Afrique.

A deux époques de l'année, au printemps et à l'automne, sur le Bosphore de Constantinople, dans les passages d'oiseaux de proie que nous ont fait connaître MM. Alleon et Vian, c'est un des plus abondants de la famille, surtout à l'automne; des bandes de plusieurs centaines de sujets se succèdent alors fréquemment après les orages et par les vents violents.

Dans l'ouest de la France, l'Aigle botté est un oiseau rare. Il nous apparaît en mars (22 mars 1868, forêt d'Ancenis, Loire-Inférieure) déjà par couples, reste au printemps, se reproduit et disparaît en automne (1) (13 septembre 1872, forêt d'Araize, Ille-et-Vilaine).

La composition des paires de l'Aigle botté n'est pas un des points les moins remarquables de son histoire : chose singulière ! les sujets d'un même *type* ne se recherchent nullement. Quatre couples, et ce sont les seuls dont nous avons pu constater avec certitude les livrées, ainsi qu'un couple dont M. Alleon a donné le plumage, se composaient d'un sujet du *type nègre* et d'un autre du *type blanc;* le mâle ou la femelle étaient indifféremment revêtus de l'une ou l'autre livrée (2).

que M. Courtiller (Cat. du musée de Saumur, janv. 1868), fit connaitre, de nouveau, deux femelles tuées sur leur nid, à une époque que nous ne connaissons pas, dans les forêts du Louroux et de Pont-Menar.

On l'a, en outre, signalé dans les départements de la Seine (Meudon, mars 1826; muséum de Paris); de l'Aube, de l'Orne, de Loir-et-Cher, de la Sarthe, de la Mayenne, de la Loire (Degl. et Gerbe); de Seine-et-Marne (mars 1849, à la Ferrière, coll. Marmottan); du Gard (Crespon); des Bouches-du-Rhône et de l'Hérault (Jaubert et Barthélemy-Lapommeraie); des Hautes-Pyrénées (Asgue, près Bagnères-de-Bigorre, 7 mai 1836. G. Toupiolle. Actes de la Soc. Lin. de Bordeaux. T. VIII), et des Basses-Pyrénées (Cne de Saint-Etienne, près Bayonne; coll. Levaillant à Pau); des Pyrénées-Orientales, de l'Aube, du Gers, du Tarn (A. Lacroix); auxquels nous ajoutons la Loire-Inférieure et l'Ille-et-Vilaine.

(1) Il est probable qu'il part un peu plus tard. M. P. de l'Isle croit, en effet, en avoir vu un le 15 novembre 1865, commune d'Auverné (Loire-Inférieure).

(2) 16 mai 1867, ♂ brun de suie, ♀ blanche (L. Bureau).
17 mai 1867, ♂ blanc, ♀ brun de suie (L. Bureau).
28 juin 1868, ♂ brun de suie, ♀ blanche (de l'Isle et L. Bureau).
26 avril 1870, sujet blanc et sujet brun de suie (L. Bureau).
22 mai 1868, sujet blanc et sujet brun de suie (Alleon).

En outre, je citerai ce fait surprenant : j'ai connu en même temps deux nids d'Aigles bottés à peine distants l'un de l'autre de 1 kilomètre ; le premier couple se composait d'un *mâle blanc* et d'une *femelle brun de suie ;* le second, au contraire, d'un *mâle brun de suie* et d'une *femelle blanche.* N'eût-il pas été plus naturel de voir ces oiseaux si proches voisins s'apparier chacun dans leur race? Cependant ce croisement des types n'est point constant, comme pourraient nous le faire croire nos propres observations. Wodzicki (1) donne des exemples d'alliance entre sujets d'un même type.

En 1853, il tua une femelle blanche; le mâle avait le même plumage. A la même époque, il fut à même d'observer un couple brun qui venait de trouver un endroit pour nicher. Trois jours plus tard, le mâle brun dut céder, et le mâle blanc s'empara de la femelle brune avec l'aire. Une méprise, dit Wodzicki, n'était pas possible, car il n'y avait pas un troisième couple dans toute la contrée, que j'explore consciencieusement chaque année.

Avant ou après la ponte, on voit les Aigles bottés, mâle et femelle, décrire ensemble des cercles concentriques ; ils prennent plaisir à s'élever à une grande hauteur, et à se laisser retomber à peu de distance du sol. Lazar a dit qu'ils se tiennent en l'air en battant des ailes à la façon des *cresserelles ;* rien n'est plus vrai. Cette allure dans le vol de l'Aigle botté est tout à fait caractéristique, et permet de le reconnaître de fort loin, à une distance où tout autre caractère échappe. J'ai pris plusieurs fois plaisir à les voir exécuter leurs évolutions ; ils se tiennent immobiles par des battements d'ailes précipités et un très-ample mouvement vertical de la queue ; puis ils se laissent retomber, et, dans leur chute, s'arrêtent de nouveau tout à coup immobiles.

Pendant la saison des amours, la femelle est assez silencieuse ; mais le mâle pousse, au vol ou perché, des cris aigus qui se font entendre de loin et permettent aisément de découvrir le nid ; je les ai rendus sur mes notes par les syllabes : *pic... pic.. pic. pic, pic, pic pic* répétées un grand nombre de fois, avec une rapidité en progression croissante, et suivies d'un cri d'impatience : *ki ki ki ki ku ku ku ku ku kui kui ku ku.....* Ils ont, en outre, un véritable chant : *wōn wōn wan wan wan,* composé de deux notes longues et espacées, suivies de sons plus brefs et plus rapprochés, rappelant un peu un aboiement ou le chant de la *mouette rieuse.*

L'aigle botté est très-courageux, il attaque avec fureur des rapaces plus grands que lui. « Une paire d'aigles nains, raconte Wodzicki, s'était établie tout près de l'aire d'un *Pygargue.* Ces aigles finirent par

(1) *Naumannia.* 1854.

inspirer à ce dernier une telle estime de leur valeur, qu'il n'osa plus se diriger de leur côté. Rien n'était plus beau que leurs combats. Dès que le *Pygargue* se montrait dans leur voisinage, un des deux aigles nains poussait son cri d'appel; l'autre accourait; et tous deux, aussitôt, attaquaient leur voisin, fondaient sur lui, le frappaient à coups de bec et de serres, et cela avec une telle adresse, que le *Pygargue* ne pouvait se défendre. Plus tard, lorsque la femelle couva, le mâle se chargea seul de protéger sa compagne et sa progéniture. Ils chassaient de même les *milans* et les *autours*. »

Il a aussi, pour les rapaces nocturnes, une haine profonde. Ainsi Crespon rapporte qu'un sujet de sa collection fut pris au moment où il enlevait la *chouette chevèche* d'un chasseur aux alouettes.

De son côté, Brehm nous fait connaître que Lazar en tua un à l'aide d'un *chat-huant* qu'il avait mis comme appeau pour tuer des aigles criards.

REPRODUCTION

Nid. — Les localités que l'aigle botté choisit pour établir son nid diffèrent suivant les pays.

En Afrique, il se reproduit au milieu des plaines, sur les grands arbres et au bord des ruisseaux, tandis que, dans l'ouest de la France, il s'établit dans les forêts en taillis, parsemées de grands arbres, et y choisit un endroit convenable pour élever sa famille.

Je ne sais si l'aigle botté construit quelquefois une aire de toutes pièces, mais il s'empare de nids abandonnés par d'autres oiseaux de proie; nous l'avons vu s'établir dans ceux de l'*aigle Jean le blanc*, de la *Buse bondrée* et de l'*Autour*, et il se reproduit quelquefois plusieurs années de suite dans une même aire. (A. Alleon.)

Les cinq nids que nous avons visités étaient tous placés dans les mêmes conditions, sur des arbres, dans des bauches de 12 à 18 ans, et à peu près à la même hauteur au dessus du sol. Ils reposaient sur de grosses branches, le long du tronc, et vers la moitié de la hauteur de chênes de moyenne taille. L'un d'eux, dont nous avons pris l'élévation, était à 14 mètres du sol. M. A. Alleon en a vu à une hauteur bien moindre; il mentionne deux nids posés à environ 4 mètres de terre, à l'enfourchure de branches de gros chênes et entièrement cachés par les rameaux d'un lierre. Wodzicki cite des nids posés, comme ceux des faucons, à l'enfourchure des branches.

La réparation du nid, que nous avons suivie avec soin, commence vers le milieu d'avril, et paraît demander un peu moins d'un mois. Le mâle et la femelle travaillent de concert. Je les vis tous deux ensemble

dans le nid, occupés à le matelasser de feuilles vertes. Ils avaient à cet effet, apporté des rameaux de chêne, dont ils détachaient les feuilles, les entassant d'abord sans ordre.

Leur aire n'est jamais bien grande ; mais elle est, suivant M. A. Alleon, plus solidement construite que celle de l'aigle criard. J'ai pris les dimensions de trois : les deux premières étaient arrondies et mesuraient l'une 0 mèt. 70, dans ses deux diamètres extérieurs ; l'autre 0 mèt. 55 sur 0 mèt. 60 ; la troisième était plus grande, ovalaire, à bords plats et très-larges ; elle mesurait 1 mèt. sur 0 mèt. 65, mais il faut tenir compte que deux ans avant, elle avait appartenu à un *Autour*.

L'extérieur est composé de bûchettes et de branches sèches, l'intérieur est concave *au moment de la ponte*, et garni d'une couche plus ou moins épaisse de feuilles vertes de chêne ou de petits rameaux feuillés de chêne et de hêtre.

Comme beaucoup de nids d'oiseaux de proie, celui de l'aigle botté ne conserve pas longtemps l'apparence que nous venons de décrire.

A l'éclosion des aiglons, ou plutôt lorsque ceux-ci commencent à prendre de l'âge, le nid s'aplatit complétement par leur piétinement continuel, et quelquefois même, chose singulière, comme nous l'avons vu, dès le vingtième jour de l'éclosion, les bords en se dégradant peuvent le rendre un peu convexe.

Œufs. — La ponte se fait dans l'Ouest vers le 15 mai (1), quelques jours plus tôt (2) ou plus tard ; c'est également l'époque indiquée par Wodzicki pour la Pologne, et par MM. Alleon et Vian (3) pour la Turquie d'Europe (4).

Nous ne connaissons point le temps qui sépare la ponte de chaque œuf, mais il est bien probable qu'il existe un intervalle d'un ou de plusieurs jours.

(1) Entre le 13 et le 17 mai 1867, ponte du premier œuf (L. Bureau).

(2) 16 mai 1867, deux œufs légèrement couvés (L. Bureau).

(3) 21 mai 1868, deux œufs, incubation peu avancée (A. Alleon). — 22 mai 1868, un œuf, le mâle et la femelle paraissaient travailler au second (A. Alleon).

(4) Quelques observations consignées plus loin viennent encore à l'appui de ces dates. Cependant M. Lescuyer de Saint-Dizier avait signalé des pontes plus hâtives de *deux mois* (*Architect. des nids*, p. 83). Ces faits nous paraissant invraisemblables, nous ne pouvions les admettre sans remonter aux sources, sans savoir si les oiseaux avaient été tués sur les nids, en un mot s'ils méritaient une confiance absolue. Or M. Lescuyer nous a répondu que les trois œufs qu'il possède ont été considérés comme œufs d'aigle botté par MM. Garnier, Barbier-Montault, Fairmaire et Gerbe, qu'il n'a ni vu ni tué le mâle ou la femelle, que ces œufs n'ont pas été recueillis par lui, mais lui ont été apportés, enfin que les dates signalées : 16 mars et 20 mars, sont celles assignées à la ponte du premier œuf, d'après le degré de l'incubation, et que ces œufs ont été pris au nid les 3 mars 1863 et 6 avril 1869.

La ponte terminée peut se borner à un seul œuf (A. Alleon), mais elle est habituellement de deux, bien plus rarement de trois (1).

Les œufs sont de forme *ovée* ou *ovalaire,* quelquefois un peu globuleux ; le grain, sans être gros, donne à la coquille un aspect très-légèrement rugueux qui, à première vue, permet ordinairement de les distinguer de ceux de la *buse commune;* ajoutons toutefois que le grain dont nous parlons, très-appréciable à l'œil nu, est celui de l'ensemble de la coquille, et ne doit nullement être confondu avec ces petites concrétions, appréciables au toucher, qui forment çà et là des saillies à la surface de beaucoup d'œufs d'oiseaux de proie et n'ont rien de pathognomonique.

Ils sont d'un blanc sale, un peu azuré, surtout lorsque l'œuf est plein et frais, unicolores ou avec des taches rousses, jaune sale, comme nuageuses, plus ou moins apparentes et mesurent : grand diam. 54mm à 61mm, petit diam. 43mm à 48mm (d'après huit œufs recueillis dans l'ouest de la France, tous accompagnés du mâle ou de la femelle).

Pour plus d'exactitude, nous allons donner la description de ces huit œufs, en les réunissant par nichée, et faisant connaître la livrée des femelles dont ils proviennent. Nous renvoyons en outre à la description de quatorze autres, donnée par Wodzicki dans les *Naumannia, année 1854.* Disons, du reste, que la livrée des sujets n'est pour rien dans la grosseur, la forme et la coloration des œufs.

a. **Un œuf presque arrondi, à grain moins fin que celui de la buse commune, intérieurement vert, extérieurement blanc-bleuâtre et sans taches (bien que tenu à l'abri de la lumière, il a perdu quelque chose de sa teinte azurée). G. D. 56mm, P. D. 43mm. Très-frais, pris au nid le 17 mai 1867, mis à couver sous une poule pendant un mois, sans succès.**

Femelle du type nègre, mâle du type blanc (Coll. Bureau).

b. **Deux œufs : l'un ovoïde, un peu allongé, à grain moins fin que celui de la buse commune, blanc sale, légèrement azuré, avec de rares et très-petites taches d'un jaune sale. G. D. 60mm, P. D. 45mm. L'autre, très-allongé, blanc sale, légèrement azuré, avec une grande tache d'un jaune sale et quelques rares autres plus petites, nuageuses et comme effacées. G. D. 61mm, P. D. 43mm. Légèrement couvés, pris au nid le 16 mai 1867.**

Femelle du type blanc, mâle du type nègre (Coll. Bureau).

(1) Nous ne connaissons que deux exemples d'une ponte de trois œufs :

1° — 20 mai 1864, trois œufs; la femelle tuée sur le nid était en livrée brun de suie (G. de l'Isle);

2° — Une ponte de trois œufs signalée par Wodzicki, la femelle était en livrée blanche (*Naumannia,* 1854, p. 171).

Ce doit être par erreur que quelques auteurs ont attribué à l'aigle botté une ponte de quatre œufs.

c. Trois œufs : tous à grain moins fin que celui de la buse commune, d'un blanc sale, très-vivement coloré de larges taches nuageuses d'un jaune fauve. Deux presque arrondis. G. D. 54mm, P. D. 44mm et 45mm; le troisième, ovoïde. G. D. 56mm, P. D. 44mm, à demi couvés, pris au nid le 20 mai 1864, pondus par une femelle du type nègre (Coll. de l'Isle).

d. Deux œufs, à grain moins fin que celui de la buse commune, d'un blanc sale vivement maculé, sur toute la coquille de larges taches nuageuses d'un jaune fauve. Tous deux gros, ovoïdes et renflés. L'un mesure G. D. 60mm, P. D. 48mm ; l'autre, G. D. 58mm, P. D. 47mm. Très-couvés, pris au nid le 26 mai 1865, pondus par une femelle du type blanc (Coll. de l'Isle).

Incubation. — La durée exacte de l'incubation ne nous est pas connue ; elle doit être d'un peu moins de trente jours.

L'éclosion a lieu du 8 au 20 juin (1), ou quelques jours plus tard. Comme celle de beaucoup d'oiseaux de proie, l'éclosion des deux œufs ne se fait pas en même temps, mais à un ou deux jours d'intervalle.

Le mâle et la femelle sont très-attachés l'un à l'autre, Wodzicki les vit se becqueter à la façon des colombes, baisser la tête, enfler la gorge, aller et venir sur une branche, avec lenteur, comme un pigeon, et cela jusqu'à ce qu'ils fussent parvenus au bord de leur aire. Pendant cette curieuse gymnastique, ils font entendre un harmonieux et flûté *keg, keg, keg.*

Nous n'avons point vu le mâle prendre part à l'incubation, mais la femelle a pour ses œufs un tel attachement qu'il faut parfois monter à l'arbre ou lui jeter des morceaux de bois pour lui faire prendre le vol ; un coup de fusil ne l'effraie même pas ; peu de temps après, elle revient à son nid.

Lorsqu'elle a quelque crainte, elle perche d'abord sur une branche et sonde du regard l'épaisseur du taillis, mais si rien ne lui fait prévoir un danger, elle arrive sous bois, à tire d'ailes, comme l'Autour, et comme lui, tombe d'emblée sur son aire. Les couples dont nous avons découvert les nids ont toujours fui à notre approche ; cependant, quelquefois, la femelle fait preuve d'un grand courage dans la défense de sa couvée : M. A. Alleon a visité, le 21 mai 1868, près de Constantinople, une aire d'aigle botté contenant deux œufs ; la femelle décrivit des cercles, poussant des cris d'alarme et de fureur, presque aussi forts et plus menaçants par le ton que ceux de l'*aigle Pygargue.* Deux fois, pendant que, monté sur l'arbre, il examinait le nid, elle se posa près de lui et l'obligea à prendre la défensive.

(1) 19 juin 1868, un nid contenant un seul œuf sur le point d'éclore (A. Alleon.) — 8 juin 1868, jour de l'éclosion d'un aiglon ; le nid ne fut pas visité du 8 au 12 ; le 12 il contenait un second aiglon (De l'Isle et L. Bureau). — 30 juillet 1868, deux petits dont les plumes n'avaient atteint que les deux tiers de leur crue (A. Alleon).

Jeunes. — Le jeune aigle botté, dontnous avons donné la description naît entièrement couvert d'un épais duvet d'un blanc pur. On le reconnaît de suite aux tarses emplumés jusqu'à la naissance des doigts, aussi bien en arrière qu'en avant, à l'exception toutefois du talon, à l'absence de coqueluchon sur l'occiput, et à la taille qui, avant la pousse des plumes, ne dépasse pas celle d'une moyenne perdrix rouge.

A *20 jours,* on voit apparaître les rémiges primaires et secondaires, les plumes de la queue, trois ou quatre plumes sur le croupion, au dessus de la glande coccygienne, les grandes couvertures des ailes, et enfin les plumes du dos ; déjà quelques plumes sous le ventre permettent de connaître quelle sera la livrée des jeunes. Ils se tiennent alors couchés sur les talons, et ont quelque peine à se dresser sur les jambes : Poids 0 kil. 485.

A *25 jours,* la livrée que revêtira l'aiglon est manifeste ; les épaulettes blanches sont visibles ; les plumes apparaissent sur les cuisses et les tarses. Le diamant peut encore subsister à la courbure du bec.

Jusqu'à cet âge, ils dorment sur le ventre, le bec renversé sur le dos et caché dans les plumes scapulaires, ou la tête recourbée en avant et appuyée sur le jabot.

A *45 jours,* ils sont entièrement emplumés.

Enfin, à *50 jours,* ce qui nous reporte à la fin de juillet ou au commencement d'août, ils me semblent en état de quitter le nid.

NOURRITURE

L'aigle botté se nourrit d'oiseaux et d'insectes. Dans l'ouest de la France, il semble surtout rechercher les jeunes *poulets* qu'il enlève au voisinage des fermes ; dans l'estomac de deux sujets tués le 17 mai 1867 et 28 juin 1868, et dans les nids, nous en avons trouvé six en duvet ou couverts de plumes.

Parmi les passereaux, M. G. de l'Isle a trouvé une *grive ;* Lazar, des *bruants, alouettes, pinsons ;* Wodzicki, des *mésanges* et des *étourneaux.*

Parmi les gallinacées, Lazar et de l'Isle des *perdrix,* et Brehm, des *pigeons.*

M. A. Alleon a découvert dans l'estomac de sujets tués à Constantinople, des *insectes* et des *sauterelles.*

Selon quelques auteurs, il se nourrirait aussi de mammifères et de reptiles ; mais nous manquons à ce sujet d'observations authentiques.

Comme chez les oiseaux de proie nocturnes et beaucoup de diurnes, les os, les plumes, et les substances insolubles, sont rejetées sous forme de pelottes.

CAPTIVITÉ

Nous n'avons rien de particulier à signaler sur la manière dont les aigles bottés se comportent en captivité. Brehm et Lazar en ont eu en leur possession, M. A. Alleon en a conservé de vivants aux environs de Constantinople, et M. de l'Isle et moi en avons élevé dans la Loire-Inférieure. Tout le monde s'accorde à les regarder comme des oiseaux agréables, s'apprivoisant très-rapidement, dociles, doux et peu criards. Les jeunes font seulement entendre de petits cris qu'on peut rendre par les syllabes : *pi pi pi pi pi pi pi pi.*

En Espagne, dit Brehm, on fait de l'aigle botté un usage fort singulier. Des individus ont eu l'ingénieuse idée de convertir cet oiseau en diseur de bonne aventure. On voit exposées sur les places, des cages remplies de ces aigles, et l'on invite les passants à se faire tirer par eux une série heureuse pour la loterie. Des numéros leur sont présentés; ils en tirent quelques-uns avec leur bec, ce à quoi ils sont dressés, et le vulgaire croit avoir dans cet acte la réponse d'un oracle infaillible.

DU DIMORPHISME CHEZ LES OISEAUX DE PROIE DIURNES

Le dimorphisme, dont nous avons vu chez l'aigle botté un curieux exemple, se fixe sur certains oiseaux de proie d'une manière bien remarquable, y affecte la forme *mélanique*, et atteint si fréquemment quelques espèces qu'il y développe un *type nègre*, aussi fréquent parfois que le *type primitif*.

Tous les ornithologistes connaissent la livrée nègre, assez commune du *Busard Montagu* (Circus cineraceus, Naum.) et celle beaucoup plus rare du *Busard Saint-Martin* (circus cyaneus, Boie.); mais il est encore, en Europe, une espèce chez laquelle le mélanisme a passé inaperçu, bien qu'il soit aussi fréquent que chez l'*aigle botté*. C'est que, chose étrange, les auteurs ont fait de son type nègre, la livrée de l'adulte, de même qu'ils faisaient de la livrée noire de l'aigle botté l'apanage du jeune âge. Je veux parler du *Faucon Eléonore* (Falco Eleonoræ, Géné.).

Les remarquables échantillons du musée d'Athènes, et les observations de Krüper, prenant au nid des jeunes dans la livrée noire, que les auteurs attribuent exclusivement aux adultes, ne laissent aucun doute.

Nous ne pouvons nous étendre sur ces différentes espèces, pour l'étude desquelles nous réunissons des matériaux, et pour ne pas sortir d'un même groupe naturel, nous passons à dessein sous silence d'autres cas non moins curieux de dimorphisme; mais il est bon de dire dès aujourd'hui, que ces oiseaux sont tous soumis aux mêmes lois.

1° Ils habitent, les uns l'Ancien, les autres, le Nouveau-Monde. « Dans l'Ancien-Monde, nous avons cité l'*Aigle botté* (Aquila pennata, Cuv.), le *Faucon Eléonore* (Falco Eleonoræ, Géné.), le *Busard Montagu* (Circus cineraceus, Naum.), et exceptionnellement le *Busard Saint-Martin* (Circus cyaneus, Boie.) ; en Amérique, nous signalerons le *Buson d'Amérique* et le *Cymindis bec en croc* (Cymindis uncinatus, G. Cuv.).

2° Les mâles et les femelles revêtent indifféremment la livrée de l'un ou de l'autre type.

3° Tantôt il y a alliance entre sujets d'une même livrée, tantôt croisement des deux races.

4° De l'une ou l'autre de ces unions naissent habituellement des jeunes d'un seul type, plus rarement on trouve dans une même nichée des jeunes de l'une ou de l'autre race.

5° Le plumage des deux types se modifie parallèlement avec l'âge; mais les changements sont plus accusés dans le type ordinaire que dans le type nègre.

6° Les sujets de tous deux, depuis le jeune âge jusqu'à l'âge adulte, se développent en conservant les caractères de leur type.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XIII.

NICHÉE DU 28 JUIN 1868, FORÊT D'ANGENIS (LOIRE-INF°).

Mâle du type nègre et femelle du type blanc, ayant donné naissance à deux jeunes, l'un du type nègre, l'autre du type blanc.

JEUNES SORTANT DU NID.

Premier plumage du type nègre.
Premier plumage du type blanc.

DISCUSSION

M. BONJOUR adopte entièrement les idées de M. Bureau; il fait observer qu'une variété nègre se présente, quoique très-rarement, chez le balbuzard-montagu *Circus cineraceus.*

M. DE LALEU prétend que chez le balbuzard les jeunes présentent tant de variations de plumage qu'on en trouve à peine deux qui se ressemblent entièrement.

M. ALFRED GIARD croit pouvoir rapprocher les faits signalés par M. Bureau, de ceux que l'on observe chez les insectes, et notamment chez les lépidoptères, où l'on constate fréquemment dans l'un des sexes (le plus souvent le sexe femelle), un dimorphisme très-apparent qui peut s'étendre au sexe mâle. Presque tous les *Argynnis* présentent plus ou moins rarement des variétés femelles mélaniennes : chez l'*Argynnis paphia* les femelles noires sont aussi communes que les rousses.

M. LE Dr JOANNES CHATIN

Professeur agrégé à l'École supérieure de Pharmacie.

ÉTUDES OSTÉOLOGIQUES SUR LES FOSSES NASALES DES QUADRUMANES (1)

— Séance du 20 août 1875. —

Les recherches dont j'ai l'honneur de communiquer à la Section les premiers résultats ont eu pour but l'étude ostéologique des fosses nasales, considérées dans l'ensemble de la classe des Mammifères. Tous ceux d'entre nous qui s'occupent d'anatomie comparée, ou même, d'une manière plus spéciale, de recherches paléontologiques ou d'investigations physiologiques, ont pu constater combien étaient insuffisantes les notions acquises par la science sur ce sujet ; aussi, d'après les conseils de mon savant maître, M. le professeur Alph. Milne-Edwards, ai-je pensé qu'il y aurait intérêt à en entreprendre l'étude, avec tous les développements nécessaires.

Mais pour qu'un semblable travail puisse être réellement profitable, il faut évidemment qu'il soit étendu à un grand nombre de types, pris dans chacun des ordres ; cette condition, que l'on doit considérer comme indispensable, ne peut malheureusement se réaliser aussi vite qu'on le souhaiterait, c'est pourquoi, tout en ayant déjà étudié plusieurs espèces appartenant à des groupes divers, je crois devoir limiter la présente communication au seul ordre des Quadrumanes.

A. — CATARRHINIENS.

1. CYNOCEPHALUS SPHINX.

Les fosses nasales du *C. sphinx*, bien que présentant une étendue assez considérable, n'offrent pourtant aucune complication appréciable ainsi que la description suivante, très-résumée d'ailleurs, pourra le montrer.

(1) De nombreux dessins, représentant les dispositions résumées dans cette note, ont été placés sous les yeux de la Section.

Cornet supérieur. — Il n'est représenté que par une mince crête osseuse.

Cornet moyen. — Le cornet moyen ou grande volute ethmoïdale, est, en revanche, assez développé et de forme triangulaire ; une section menée perpendiculairement au grand axe du crâne, et passant en arrière de la première molaire, établit que ce cornet est dépourvu de cavité intérieure. L'ensemble des volutes ethmoïdales peut se résumer dans ce cornet, et c'est à peine si, vers sa face postérieure, on remarque une petite lamelle osseuse, contournée sur elle-même, de texture papyracée et ne faisant qu'une saillie très-minime.

Cornet inférieur. — Longue lame osseuse assez notablement incurvée et présentant de très-petites cavités internes.

Méat supérieur. — Ce qui a été dit du cornet supérieur explique comment le méat supérieur est surtout limité par la voûte des fosses nasales en haut, et par le cornet moyen inférieurement. — Il est d'ailleurs médiocrement étendu.

Méat moyen. — Limité par les deux cornets moyen et inférieur ; il se dirige bien encore d'arrière en avant comme le précédent, mais l'incurvation du cornet inférieur lui donne une inclinaison de bas en haut, et non de haut en bas, comme c'était le cas pour le méat supérieur.

Méat inférieur. — Ce méat, compris entre le cornet inférieur et le plancher des fosses nasales, est oblique de haut en bas et d'avant en arrière.

Paroi supérieure. — La paroi supérieure des fosses nasales est limitée par une ligne sinueuse, qui se dirige d'arrière en avant et de haut en bas, présentant, dans son tiers postérieur, la saillie indiquée plus haut comme représentant le cornet supérieur.

Paroi inférieure. — Légèrement convexe, elle offre une surface assez sensiblement unie, se dirigeant de haut en bas et d'avant en arrière.

Cloison. — La cloison des fosses nasales est formée par une lame osseuse assez épaisse.

Sinus. — Les sinus frontaux font complétement défaut, et c'est à peine si quelques petites anfractuosités représentent les sinus sphénoïdaux et maxillaires.

2. MACACUS IRUS.

Cornet supérieur. — Sans être aussi réduit que chez l'espèce précédente, il est encore très-rudimentaire et n'est représenté que par une petite crête osseuse.

Cornet moyen. — Il s'avance dans l'intérieur des fosses nasales, sous la forme d'une lame osseuse de forme irrégulière, longue de $7^{mm},5$. La coupe perpendiculaire, située entre la 3e et la 4e molaires, montre que ce cornet est formé de tissu osseux médiocrement compacte, et n'a pas de cavité interne.

Cornet inférieur. — Le cornet inférieur du Macaque consiste en une longue lame osseuse, fort peu épaisse, recourbée sur elle-même, et à bords légèrement sinueux.

Méat supérieur. — Il est formé par une anfractuosité infundibuliforme.

Méat moyen. — Ce méat occupe un espace assez étendu, plus large aux extrémités que dans sa portion moyenne.

Méat inférieur. — Il occupe l'espace situé entre le cornet, d'une part, et la paroi inférieure des fosses nasales.

Paroi supérieure. — Elle est formée par un plan osseux sur lequel s'attache le cornet supérieur.

Paroi inférieure. — Le plancher des fosses nasales offre l'aspect d'une paroi osseuse d'abord horizontale, puis se relevant dans ses $\frac{2}{3}$ antérieurs, de manière à présenter alors une convexité bien marquée.

Cloison. — Elle est formée par une lame de tissu osseux assez compacte.

Sinus. — Les sinus frontaux sont nuls; les sinus sphénoïdaux et maxillaires sont à peine indiqués.

3. CERCOPITHECUS PETAURISTA.

Cornet supérieur. — Le cornet supérieur est une lame osseuse médiocrement allongée, se terminant par un bord antérieur légèrement sinueux, oblique de haut en bas et d'avant en arrière; il est long de 5 millimètres.

Cornet moyen. — Le cornet moyen ou plutôt la grande volute ethmoïdale, car ici il serait peut-être plus rationnel de décrire plusieurs volutes qu'un seul cornet, se présente sous l'aspect d'une masse assez grêle qui, procédant de l'ethmoïde par un pédicule assez grêle, ne tarde pas à s'élargir de manière à former une protubérance très-marquée et longue de 5^{mm} 5. La coupe perpendiculaire menée entre la 2e et la 3e molaires permet de constater que ce cornet renferme quelques petites anfractuosités intérieures.

En arrière de ce cornet moyen se trouvent deux petites lames osseuses qui complètent l'ensemble des volutes ethmoïdales.

Cornet inférieur. — Longue lame osseuse assez sinueuse.

Méat supérieur. — Ce méat n'est représenté que par une petite fente déchiquetée comprise entre le cornet supérieur et le cornet moyen.

Méat moyen. — Ce méat moyen est plus long, plus large et surtout plus régulier que le précédent.

Méat inférieur. — Beaucoup plus vaste que les méats moyen et supérieur, il offre l'aspect d'une longue fente à contours sinueux, limitée par le cornet inférieur et le plancher des fosses nasales.

Paroi supérieure. — La voûte est légèrement excavée, oblique de haut en bas et d'arrière en avant.

Paroi inférieure. — Sensiblement horizontale.

Cloison. — Formée d'une lame osseuse assez épaisse.

Sinus. — Le sinus frontal est fort réduit ainsi que le sinus sphénoïdal ; le sinus maxillaire est assez développé.

B. — PLATYRRHINIENS.

1. CEBUS APELLA.

Cornet supérieur. — Le cornet supérieur est formé par une lame presque entièrement papyracée, se terminant par un bord déchiqueté.

Cornet moyen. — Il conviendrait mieux de décrire ici des « volutes ethmoïdales » plutôt qu'un simple cornet moyen, car les préparations sèches montrent nettement qu'il y a là plusieurs lamelles emboîtées les unes dans les autres.

Cornet inférieur. — Le cornet inférieur se présente sous l'aspect d'une lame assez mince, contournée sur elle-même et dirigée d'arrière en avant et de haut en bas.

Méat supérieur. — Les dimensions acquises par les différentes lames saillantes, peuvent déjà faire soupçonner que les méats y seront fort réduits et c'est ce que l'observation justifie pleinement.

Ainsi le méat supérieur se présente sous l'aspect d'une fente étroite et irrégulière.

Méat moyen. — Le méat moyen n'est guère plus considérable que le précédent et présente une double courbure : 1° de bas en haut (région postérieure) ; 2° de haut en bas (région antérieure).

Méat inférieur. — Il est limité par le cornet moyen et le plancher des fosses nasales.

Paroi supérieure. — La voûte des fosses nasales est formée par un plan osseux sinueux et oblique de bas en haut et d'arrière en avant.

Paroi inférieure. — Le plancher des fosses nasales offre une convexité assez prononcée.

Cloison. — La cloison est formée d'une lame osseuse assez épaisse.

Sinus. — A l'inverse de ce qui s'observe chez plusieurs quadrumanes, les sinus frontaux sont assez nettement représentés; le sinus sphénoïdal est également appréciable et le sinus maxillaire est nul.

2. IACCHUS VULGARIS.

Cornet supérieur. — Le cornet supérieur fait complétement défaut, à moins qu'on ne veuille en voir l'analogue dans une mince et fort étroite cellulosité osseuse appliquée sur la paroi supérieure des fosses nasales.

Cornet moyen. — Il est assez étendu et présente cette forme triangulaire que j'ai déjà eu fréquemment l'occasion d'indiquer comme propre à cette lame saillante. En arrière se voient quelques lames osseuses composant l'ensemble des volutes ethmoïdales.

Cornet inférieur. — Ce cornet est formé par une lame osseuse de texture spongieuse, repliée sur elle-mème et oblique de bas en haut et d'arrière en avant.

Méat supérieur. — Le méat supérieur occupe un espace assez large, oblique de haut en bas et d'arrière en avant.

Méat moyen. — Le méat moyen est une fente étroite, oblique d'arrière en avant et de bas en haut, bornée supérieurement par le bord sinueux du cornet moyen, et inférieurement par le bord supérieur du cornet inférieur.

Méat inférieur. — Il forme une fente assez large dans son tiers extérieur, allongé dans sa portion postérieure.

Paroi supérieure. — La paroi supérieure est presque pláne, et n'est point excavée, ainsi que cela se remarque chez divers animaux voisins.

Paroi inférieure. — Elle est à peu près horizontale dans ses deux tiers postérieurs, et offre, à partir de ce point, une convexité assez marquée, puis s'abaisse brusquement vers l'ouverture antérieure des fosses nasales.

Cloison. — Elle est formée par une lame élastique et assez mince de tissu osseux.

3. CALLITRIX SCIUREUS.

(Saïmiri.)

Cornet supérieur. — Il n'est représenté que par une petite lame osseuse à contours sinueux et déchiquetés.

Cornet moyen. — Beaucoup plus développé que le précédent, il offre une forme assez irrégulière et des bords également sinueux.

Cornet inférieur. — Lame osseuse repliée sur elle-même et fortement oblique d'arrière en avant.

Méat supérieur. — Étroite fente comprise entre le rudiment de cornet supérieur et le cornet moyen.

Méat moyen. — Le méat moyen est bien plus étendu que le précédent et représente une large fente limitée par les deux cornets moyen et inférieur.

Méat inférieur. — D'abord fort étroit, il s'élargit ensuite notablement.

Paroi supérieure. — Fort irrégulière et très-réduite.

Paroi inférieure. — Elle est horizontale dans ses deux tiers postérieurs, puis se relève de manière à acquérir une convexité marquée, elle s'abaisse enfin brusquement vers l'entrée des fosses nasales.

Cloison. — Elle est formée par une mince lamelle osseuse.

Sinus. — Absolument rudimentaires.

Si nous cherchons à résumer les principales notions fournies par les descriptions précédentes, nous arrivons aux conclusions suivantes :

1° Le *cornet supérieur* est tantôt rudimentaire (*Cynocephalus sphinx, Iacchus vulgaris*), tantôt représenté par une lame à contours sinueux et à dimensions toujours fort réduites ;

2° Les volutes ethmoïdales se résument généralement en une grande volute qui peut être décrite sous le nom de *cornet moyen.* Cependant, chez divers Quadrumanes (*Iacchus, Cebus, Cercopithecus petaurista*), il existe, en arrière de cette grande volute quelques lamelles moins importantes ;

3° Le *cornet inférieur* est toujours bien distinct, assez développé, et se présente sous l'aspect d'une lame osseuse allongée et généralement oblique de haut en bas et d'avant en arrière ;

4° Les *méats* présentent une étendue variable avec les dimensions des lames saillantes qui les limitent, mais occupent rarement une grande étendue ;

5° Le *plancher* des fosses nasales est remarquable par la convexité très-prononcée qui s'observe généralement vers sa partie moyenne ;

6° Les *sinus* sont presque constamment nuls ou faiblement indiqués.

M. A. GIARD

Professeur à la Faculté des Sciences de Lille.

EMBRYOGÉNIE DES ASCIDIES

EXTRAIT

— Séance du 20 août 1875. —

M. GIARD expose les résultats des recherches qu'il a faites au laboratoire de Vimereux sur quelques points controversés de l'embryogénie des Ascidies et plus spécialement sur le développement de la *Molgula socialis*.

Les cellules du follicule, lorsqu'elles ont atteint tout leur développement, présentent un mince pédicule ; après leur disparition ces cellules laissent donc à la surface de la coque de très-petites ouvertures qui servent peut-être à la pénétration des spermatozoïdes.

Les cellules dites du *testa* apparaissent chez les Ascidies à des époques différentes et en nombre plus ou moins grand suivant les espèces. Quelquefois (A. Scabra) elles forment même avant le fractionnement une membrane continue qui deviendra plus tard la tunique de cellulose. Chez la *Molgula socialis* ces cellules sont d'abord libres et sont englobées plus tard dans la couche cuticulaire de l'embryon pour constituer la tunique.

Ces cellules ne peuvent être assimilées, comme le veut Semper, aux globules polaires observés chez un grand nombre d'animaux ; leur apparition n'est pas liée, comme pour ces derniers, à la destruction de la vésicule germinative. M. Giard croit plutôt pouvoir considérer cette formation comme l'homologue du deuxième chorion (membrane séreuse ou faux amnios) des Ptéromalinées et de certains rongeurs.

Le fractionnement est complet et régulier comme chez toutes les ascidies où cette période de développement a été étudiée. La *Gastrula* se forme par invagination comme chez la Claveline où le fait est très-net malgré les assertions contraires de Dönitz. Les auteurs qui ont décrit la formation d'une *Gastrula* par épibolie chez les Molgules ont été induits en erreur par leur désir de rapprocher ces animaux des mollusques.

Le système nerveux du têtard de la *Molgula socialis* se prolonge assez loin au dessus de la corde dorsale ; le ganglion est gros, de forme conique ; la vésicule des sens ne renferme qu'un seul organe, celui que l'on considère généralement comme l'otolithe. On trouve accidentellement des embryons qui ont deux otolithes ; mais jamais on n'observe l'organe de la vision comme chez toutes les autres larves d'Ascidies.

Les rayons natatoires sont très-faiblement développés. Outre les genres précédemment indiqués, ces organes existent chez les *Botryllus violaceus* et chez les *Astellium*. Le têtard des *Astellium* présente en outre dans son appendice caudal un système musculaire très-intéressant et très-hautement organisé.

M. SCHLUMBERGER

Ingénieur de la marine.

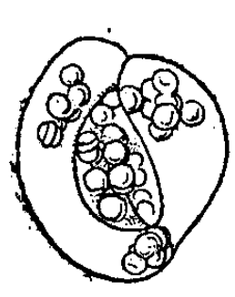
REPRODUCTION DES FORAMINIFÈRES

— Séance du 20 août 1875. —

Ce que nous savons au sujet de la propagation des Foraminifères se borne à fort peu de chose. Les observations certaines sont peu nombreuses. En 1847, Gervais signale chez les Miliolides l'émission de jeunes coquilles vivantes, mais Schultze, après huit mois d'observation au bord de la mer, n'a pu revoir ce fait (1).

Dans son admirable ouvrage sur l'étude et la classification des Foraminifères, le Dr Carpenter (2) cite la belle découverte de Schultze. Cet habile observateur a vu une Miliole, conservée dans un verre, s'entourer d'une auréole brunâtre, dans laquelle, après quelques jours, il a constaté la présence d'une foule de jeunes milioles munies d'une coquille à deux loges. M. Carpenter ajoute qu'il est probable que ces jeunes milioles se sont formées à l'intérieur de la coquille mère.

C'est à titre de confirmation de cette hypothèse que j'ai l'honneur de présenter à la Section deux Milioles que j'ai recueillies sur un polypier des îles Samoa, appartenant au Muséum de Lyon.



ig. 89.

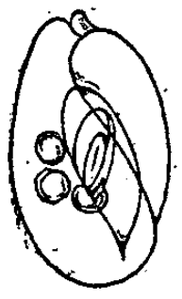


Fig. 90.

Fig. 91.

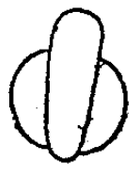


Fig. 92.

Elles sont toutes deux préparées au baume du Canada.
L'une, représentée fig. 89 (vue par transparence à 70 diam.), contient

(1) *Ueber den Organismus der Polythalamien.* Leipsig, 1854.
(2) *Introduction to the study of Foraminiferes.* London, 1862.

à l'intérieur de la dernière loge, tout près de l'orifice buccal, un amas de jeunes coquilles ; quelques autres à l'extrémité postérieure de la même loge ; un autre amas assez important à l'intérieur de l'avant-dernière loge, et enfin au centre une grande masse de jeunes coquilles qui masquent les divisions des loges internes.

La seconde, fig. 90 (vue par transparence en perspective et au même grossissement), ne contient plus que trois jeunes milioles placées au milieu de la dernière loge.

Toutes ces petites coquilles, que la parfaite transparence de la coquille mère permet d'examiner dans toutes les positions, sont de même taille et se composent de la loge primordiale sphérique, entourée presque complétement d'une seconde loge cylindrique (fig. 91 et 92 à 300 diam.).

On peut donc admettre que les Milioles sont vivipares, que le protoplasma primitif se fractionne à un moment donné jusque dans les loges centrales et donne ainsi naissance à une nouvelle génération, qui s'échappe par les ouvertures buccales successives de la coquille mère.

M. JOANNES CHATIN

Professeur agrégé à l'École supérieure de Pharmacie.

ÉTUDES HELMINTHOLOGIQUES

DEUXIÈME SÉRIE

— Séance du 20 août 1875. —

I. — SPIROPTERA ERINACEI.

Le Nématoïde que je décris ici a été trouvé dans un Hérisson (*Erinaceus europæus*), lequel en renfermait deux individus enkystés, l'un dans le parenchyme pulmonaire, l'autre entre les tuniques de l'estomac (1).

Le *corps* est long de 13^{mm} ; sa largeur prise dans le milieu est égale à 0^{mm},3 ; blanchâtre, demi-transparent, cylindrique, filiforme et atténué aux deux extrémités, il se termine postérieurement par une petite pointe conique ; le tégument présente des stries transverses écartées de 0^{mm},005 en moyenne. La *tête* est continue avec le corps et porte deux papilles obtuses et opposées simulant deux lèvres. Entre elles s'ouvre

(1) Chacun de ces deux kystes était d'un brun rougeâtre, et mesurait 1^{mm},2 en diamètre.

la bouche, qui est ovalaire. Le *canal intestinal* comprend trois portions disposées ainsi qu'il suit : l'*œsophage*, étroit et allongé, se trouve séparé par une sorte de sphincter musculeux de la seconde partie du tube digestif, laquelle est formée par un large *ventricule,* dont la longueur comparée à celle de l'œsophage est dans le rapport $\frac{3}{8}$ (1) ; l'*intestin*, proprement dit, vient ensuite : jaunâtre et médiocrement flexueux, il se termine à l'anus, dont l'ouverture se voit un peu en avant de l'extrémité caudale.

Je crois inutile d'insister sur les caractères qui, d'une part, obligent à faire rentrer cet helminthe dans le genre *Spiroptera,* et qui, d'un autre côté, permettent de le distinguer des différentes espèces déjà décrites dans ce groupe, et des divers parasites signalés chez le Hérisson. Cependant, à ce dernier point de vue, je crois devoir indiquer les particularités qui le différencient de certains parasites que Dujardin a observés dans l'estomac du même insectivore, et qu'il a rapportés, d'ailleurs avec doute, au *Spiroptera strumosa.*

Tout d'abord il importe de remarquer que Dujardin n'a pu examiner ces nématoïdes que d'une manière fort imparfaite, ainsi que cela résulte du passage où il les mentionne, ne donnant sur eux que des détails fort sommaires, et se basant uniquement sur la conformation de la tête pour les rapprocher du *S. strumosa* (2). Or, ce dernier offre dans la région céphalique, un caractère extrêmement remarquable, et que Dujardin a certainement constaté chez les parasites du hérisson, avant de les rapporter à cette espèce, je veux parler de ce tubercule saillant, inséré à 2mm de la bouche et par lequel, dit-on, le *Sp. strumosa* se fixe à la muqueuse intestinale. Or, rien de semblable n'existe chez les vers décrits ici, et je crois qu'on ne peut songer à les rapprocher de ceux qu'a observés Dujardin ; d'ailleurs l'anatomie du *S. strumosa* nous est parfaitement connue, grâce aux recherches de M. le professeur Blanchard (3), et il suffit de se reporter aux belles planches qui la résument, pour se convaincre que cette espèce est complétement différente de celle que je viens de décrire ici sous le nom de *Spiroptera Erinacei.*

II. — SPIRURA STELLIONIS.

M. le docteur Sauvage, aide-naturaliste au Muséum d'Histoire Naturelle, a bien voulu me remettre un petit Nématoïde, recueilli à la face

(1) Il convient même de remarquer les dimensions de ce ventricule, plus développé ici qu'il ne l'est généralement dans le genre Spiroptera.

(2) Dujardin, *Histoire des Helminthes,* p. 86.

(3) E. Blanchard, *Recherches sur l'organisation des Vers* (*Annales des sc. nat.* ZOOLOGIE, 3e série, t. XI, 1849, p. 162).

inférieure de la langue d'un Stellion (*Stellio vulgaris*), et offrant les caractères suivants :

Le *corps,* d'un jaune rougeâtre, atténué en avant, et terminé postérieurement par une pointe mucronée, est long de 9mm ; la *tête,* continue avec le corps, est munie latéralement de deux petites papilles proéminentes, et à base denticulée, entre lesquelles s'ouvre la bouche. Le *canal intestinal* débute par un œsophage assez long, fort étroit, sauf dans sa portion terminale, où il se dilate de manière à constituer un petit renflement ovalaire, simulant un ventricule, et auquel fait suite un intestin assez large et de couleur brunâtre ; l'anus est subterminal. La *vulve* s'ouvre vers la région moyenne du corps ; l'*ovaire,* médiocrement flexueux, renfermait des œufs elliptiques.

En raison de ces différents caractères, je crois que ce parasite doit rentrer dans le genre *Spirura,* créé par M. Blanchard (1) : le corps atténué en avant et acuminé en arrière, la vulve située vers le milieu du corps, la forme de la bouche circonscrite par un rebord, la longueur de l'œsophage, sont autant de caractères communs ; quant aux particularités propres au *S. stellionis,* elles seront aisément empruntées à l'existence de papilles céphaliques, et à la conformation de l'œsophage qui, par la configuration de sa portion terminale, semble faire de l'espèce décrite ici une sorte de type intermédiaire entre les Spirures et les Spiroptères d'une part, les Spirures et les Oxyures d'un autre côté.

III. — HEDRURIS HIPSIRHINÆ.

Le Nématoïde que je décris ici a été recueilli dans l'intestin d'un Ophidien de la Cochinchine, l'*Hipsirhina Bocourti,* par M. le docteur Morice, médecin de la Marine, qui a bien voulu me le remettre.

En dehors de ses caractères particuliers, ce type est intéressant, en ce qu'il montre pour le genre auquel il appartient, une extension beaucoup plus considérable qu'on n'eût été tenté de l'admettre autrefois. C'est, en effet, un *Hedruris,* et, sans vouloir retracer ici l'historique fort intéressant de ce genre, je me bornerai à rappeler que trois espèces seulement ont été décrites jusqu'à ce jour.

1° *Hedruris androphora,* entrevu peut-être par Rudolphi, décrit par Nitzch (2), puis par Schneider (3) ; cette espèce a été trouvée dans divers Batraciens (*Bombinator igneus, Bufo calamitatus, Triton cristatus, Lissotriton punctus,* etc.) ;

(1) E. Blanchard, *loc. cit.*
(2) Nitzch, *Ersch und Gruber Encyclopedie.* T. VI, p. 48.
(3) Schneider, *Monographie der Nemateors.* p. 107.

2° *H. Siredonis,* décrit par Baird (1), qui l'avait recueilli dans l'estomac de l'Axolotl ;

3° *H. Armata,* trouvé dans la bouche de l'*Emys picta* par M. Ed. Perrier, qui en a donné une fort bonne monographie (2).

L'espèce dont je résume ici les caractères offre les particularités suivantes :

Les individus mâles et femelles sont complétement séparés, et sur aucun des exemplaires que j'ai étudiés, il ne m'a été possible de trouver trace de cette soudure ou, du moins, de cet accouplement permanent qui caractérise les autres espèces du genre, et qui a souvent permis de les comparer au *Syngamus* ou au *Distomum hœmatobium.*

Le corps est d'un blanc jaunâtre, mesurant en moyenne 2 centim. de longueur ; on ne remarque pas les épines latérales indiquées dans l'*H. armata.* Chez le mâle on remarque, dans la région anale, 12 tubercules ou papilles saillantes, creuses, et ne pouvant évidemment être regardées comme des papilles nerveuses, ainsi que Schneider semble être disposé à l'admettre chez certains Nématoïdes. L'extrémité postérieure du corps de la femelle ne présente pas le même degré de complication que chez l'*H. armata ;* il n'y a pas ici de bourse caudale.

La *cuticule* présente des stries très-fines et d'une constatation aisée, ce qui ne paraît pas être le cas général dans le genre, car Dujardin dit l'avoir vainement cherché dans l'*H. androphora.* Schneider et Molin ne les y mentionnent pas davantage ; mais, d'après Baird, elles existent chez l'*H. Siredonis,* et M. Perrier les a retrouvées chez l'*H. Armata.* Dans cette espèce il existerait de nombreux tubercules destinés à assurer l'adhésion du mâle et de la femelle. Je n'en ai trouvé nulle trace dans les parents de l'*Hipsirhina,* ce qui semblerait indiquer que les organes mâles et femelles sont constamment séparés dans cet *Hedruris.*

Indépendamment des *muscles* spéciaux destinés à assurer le jeu des valves buccales, il existe encore un étui musculaire divisé en quatre masses par quatre lignes, l'une médio-dorsale, l'autre médio-ventrale, et les deux dernières latérales ; mais l'état des individus ne m'a malheureusement pas permis d'en faire un examen histologique.

Le *collier nerveux* est situé à peu près vers le milieu de l'œsophage.

La *bouche* est environnée de quatre *lèvres* ou *valves,* deux antéro-postérieures, deux latérales, très-larges et relevées de bandelettes chitrieuses. En arrière se trouve une coupe chitrieuse plus arrondie que

(1) Baird, *Annals and Magazine of Nat. History.* 3e série, t. II. 1858, p. 307.
(2) Ed. Perrier, *Nouvelles Archives du Muséum.* T. VII, 1871, p. 1 et suiv.

dans les autres espèces du genre. L'*œsophage,* assez long, se renfle dans sa portion terminale, de manière à y revêtir une apparence claviforme, comparable, jusqu'à un certain point, à ce qu'on remarque chez certains Sclérostomes ; il diffère complétement, en cela, de ce que l'on observe chez l'*H. armata.* A cet œsophage succède un intestin flexueux, parsemé de glandes nombreuses (cellules hépatiques?) et se terminant à un anus situé à quelque distance de l'extrémité du corps.

Les organes mâles se résument en un long *tube testiculaire* se terminant entre deux *spicules péniens* très-longs et courbes.

La *vulve* s'ouvre vers la région ovale et communique avec un appareil femelle constitué comme dans les diverses espèces du genre, et dans lequel il est également facile de suivre les différentes phases de la formation et du développement de l'œuf, qui, en dernière analyse, se montre avec une forme assez sensiblement elliptique ; il est muni d'un clapet, et laisse voir l'embryon par transparence.

M. LATASTE

Avocat, étudiant en médecine.

EXTRAIT (1) D'UNE NOTE SUR LES BROSSES COPULATRICES DES BATRACIENS ANOURES

TRAVAIL FAIT AU LABORATOIRE D'HISTOLOGIE DU COLLÉGE DE FRANCE

— Séance du 20 août 1875. —

On a depuis longtemps signalé ces singuliers organes, destinés sans doute à faciliter l'adhérence du mâle sur la femelle quand celui-là la saisit aux flancs ou aux lombes, suivant l'espèce, et se cramponne sur son dos, attendant la sortie des œufs pour les féconder au passage. Ces protubérances disparaissent aussitôt après les amours, pour se montrer de nouveau l'année suivante.

Mon intention n'est pas de décrire ici leur structure. Je ne veux que faire ressortir, en me servant comme exemple de nos anoures d'Europe, les secours que l'on pourra tirer de l'examen de ces parties pour la discussion des espèces douteuses.

L'Europe possède 14 espèces de batraciens anoures, distribués comme suit :

(1) Cette note paraîtra in-extenso et avec planches dans les *Annales des sciences naturelles.*

PHANEROGLOSSES.

Familles.	Genres.	Espèces.
Hylæformes, Dum. et Bibr.	*Hyla*, Laur.	*viridis*, Laur.
Raniformes, Dum. et Bibr.	*Rana*, L.	*fusca*, Roësel.
		oxyrrhina, Steenstrup.
		agilis, Thomas.
		viridis, Roësel.
	Discoglossus, Otth.	*pictus*, Otth.
	Bombinator, Merr.	*igneus*, Merr.
	Pelodytes, Fitz.	*punctatus*, Daud.
	Alytes, Wagl.	*obstetricans*, Laur.
	Pelobates, Wagl.	*fuscus*, Laur.
		cultripes, Cuvier.
Bufoniformes, Dum. et Bibr.	*Bufo*, Laur.	*vulgaris*, Laur.
		calamita, Laur.
		viridis, Laur.

Sur ces 14 espèces, quatre, les *Hyla viridis, Alytes obstetricans, Pelobates fucus* et *P. cultripes* ne possèdent pas de brosses copulatrices.

Chez les Pélobates, les mâles présentent, à la face supérieure du bras, un épaississement glandulaire de la peau, mais pas la moindre papille faisant saillie à la surface. Ce sont, si l'on veut, des *excroissances érotiques*, puisqu'elles se développent chez le mâle seul et seulement au moment des amours; mais imparfaites, puisque, des deux parties qui composent généralement ces excroissances, les *papilles* et les *glandes*, elles ne possèdent que les glandes.

Malgré toute ma bonne volonté et de nombreuses démarches, je n'ai pu me procurer des *brosses* de *Bufo viridis* (1). Je n'étudierai donc ici que les neuf espèces restantes.

Examinons à un faible grossissement la coupe transversale d'un pouce muni de ses brosses copulatrices, colorée au picrocarminate et placée dans la glycérine. Négligeons les parties internes, et suivons la peau dans son contour. Nous la verrons s'épaissir considérablement dans la partie de sa circonférence qui correspond à la plaque d'accouplement.

Là où elle n'est point épaissie, elle présente sa composition normale : la couche épidermique et les deux couches du derme : la supérieure, très-mince, renfermant les vaisseaux et les cellules pigmentaires; et la profonde, bien plus épaisse, à fibres concentriques très-serrées, reliées entre elles de distance en distance par d'autres faisceaux de fibres perpendiculaires aux premières. De loin en loin, dans l'épaisseur du derme, sont logées de petites glandes muqueuses semblables à celles qui criblent partout la peau des batraciens.

(1) Je dois ici remercier M. Thomas de l'empressement qu'il a mis à m'adresser le seul échantillon qu'il possédât de cette espèce. Malheureusement le mauvais état de conservation de cet animal ne m'a pas permis d'en tirer parti. — J'offre aussi mes remerciements à M. Vaillant, qui a gracieusement mis à ma disposition les bocaux du Muséum de Paris. Par malheur encore, je n'ai pu trouver dans cette riche collection aucun *Bufo viridis* ♂ muni de ses plaques d'accouplement. Il n'en a pas été de même pour le Discoglosse, et c'est à M. Vaillant que je dois d'avoir pu étudier cette espèce.

Mais, aux points qui correspondent aux plaques d'accouplement, cette structure se modifie. Le derme, au lieu des petites glandes précédentes, loge dans son épaisseur, sur un, deux, ou même trois rangs, d'énormes glandes muqueuses dont la structure, quoique variant un peu avec les espèces, n'a pas à nous occuper ici. Ce sont ces énormes glandes qui, refoulant les faisceaux conjonctifs, donnent à la peau son épaisseur en cet endroit; et les protubérances érotiques sont d'autant plus saillantes que ces glandes sont plus développées.

En outre le derme émet, vers la surface épidermique, quantité de petites papilles, vascularisées ou non (1), sur lesquelles se moule l'épiderme; de sorte que la peau, lisse tout à l'heure, se présente actuellement toute hérissée d'aspérités.

C'est sur la forme de ces papilles, constante dans une même espèce, variable d'une espèce à l'autre, que nous allons porter notre attention.

Néanmoins, je crois bon de remarquer en passant que les glandes doivent jouer un plus grand rôle que les papilles dans les rapports sexuels des batraciens anoures; car les glandes se développent avant les papilles et persistent plus longtemps; elles occupent une plus grande partie de la peau, le bourrelet qu'elles forment débordant dans tous les sens au delà des papilles; enfin nous savons que deux espèces, les *Pélobates brun* et *cultripède,* possèdent les glandes sans trace de papilles.

Je disais tout à l'heure que l'épiderme se moulait sur les papilles dermiques. Il ne faut pas croire cependant qu'on retrouverait dans les papilles dermiques les différences de forme que présentent les papilles recouvertes de leur épiderme ; nous allons voir au contraire que l'aspect caractéristique de ces papilles est produit par la forme des cellules épithéliales vers la surface libre.

En effet, si, avant de passer en revue les papilles des différentes espèces, l'on jette un coup d'œil d'ensemble sur les dessins qui les représentent, on est tout de suite frappé d'une différence profonde qui sépare tous les Raniformes de nos deux Bufoniformes. Tandis que le contour extérieur d'une papille est à peu près lisse chez les premiers, il est fortement crênelé chez les autres. Cette différence d'aspect tient à une différence dans la forme de l'élément épidermique. Les cellules épidermiques ne montrent cette divergence que vers la surface extérieure, quand elles se dégagent de toute pression réciproque, et sans doute aussi à mesure qu'elles vieillissent. Elles se développent surtout en hauteur, et deviennent anguleuses chez les Crapauds; tandis qu'elles s'élargissent et demeurent arrondies chez les Raniformes.....

(Ici vient la description des papilles de chaque espèce.)

En résumé, chaque espèce d'anoure a une forme de papilles assez distincte et assez constante pour que, étant donné une préparation de *brosses copulatrices*, on puisse déterminer sûrement l'espèce qui l'a fournie.

Bien plus, les modifications qui affectent la forme des papilles paraissent sou-

(1) Chez le *Discoglosse* on voit nettement des anses vasculaires pénétrer dans les papilles, tandis que chez la *grenouille verte,* malgré l'injection bien réussie des vaisseaux, on n'aperçoit rien de semblable. Je n'ai pas recherché quelles espèces se rapprochaient sous ce rapport du *Discoglosse,* quelles espèces de la *grenouille verte.*

vent résumer en elles l'ensemble des modifications qui ont affecté l'animal entier; de sorte que, étant donné les papilles d'une série d'espèces, on peut, dans de petites limites, ranger chacune de ces espèces à sa place dans l'échelle zoologique. Dans le genre *Rana* par exemple, nous placerions l'*Oxyrrhine* (1) aussi près que possible de la *Rousse,* mais bien loin de l'*Agile*.

Enfin, non-seulement nous rencontrons, dans la forme des papilles, des caractères spécifiques constants et bien gradués ; nous y trouvons encore des caractères d'un ordre supérieur, témoin les différences profondes qui séparent sous ce rapport la famille des *Raniformes* de celle des *Bufoniformes*.

M. Ollivier de LALEU

de Nantes.

SUR DEUX ALOUETTES NON ENCORE DÉCRITES, QU'IL A OBSERVÉES DANS LE DÉPARTEMENT .

— Séance du 21 août 1875. —

PREMIÈRE ESPÈCE, UNGUICULATA (mihi).

Dans une excursion ornithologique sur les bords de la mer, je remarquai quelques alouettes dont les mœurs me parurent différer essentiellement de celles de leurs congénères.

Elles se tenaient, exclusivement, dans de très-petits champs, entourés de haies, généralement en friche, plantés de landes, ou quelquefois en vigne ; le plus près possible des rochers bordant la mer.

Je fus étonné de les voir se percher sur des pointes de haies, ou sur des rameaux de vigne ; ce que ne font jamais les alouettes, l'arborea exceptée, qui, quelquefois, perche sur les arbres.

Elles ressemblaient d'ailleurs à l'alouette vulgaire, alauda arvensis.

Mais au lieu de s'élever comme elle, verticalement, par petits cercles concentriques, à de très-grandes hauteurs, en chantant, pour, invariablement, revenir se poser dans le champ dont elle était partie, celles-ci se bornaient à décrire un arc de cercle peu élevé, pour aller se poser sur la crête dénudée des fossés environnants, et jamais dans les champs voisins où abondait l'alouette vulgaire.

Le chant me parut aussi n'être pas parfaitement semblable.

(1) Je prie ici M. Fatio d'agréer mes remerciements, car c'est à lui que je dois les oxyrrhines qui m'ont servi pour ce travail.

Je parvins à en tuer trois (trois vieux mâles) qui, au lieu d'avoir le caractère du genre, l'ongle du pouce plus long que le doigt, l'avaient plus court de quelques millimètres.

Cet oiseau n'a, jusqu'ici, été décrit par aucun ornithologiste, serait-ce à cause de sa ressemblance si grande avec l'alouette vulgaire, ou à cause de sa rareté, qu'il aurait échappé à leurs investigations ?

Ce que je puis affirmer, c'est que, dans les recherches si minutieuses que nous avons faites en Anjou, pendant plus de 10 ans, en vue de la faune de Maine-et-Loire, nous ne l'avons jamais rencontrée, et jamais non plus nous ne l'avons trouvée mêlée à l'espèce ordinaire sur les marchés, où celle-ci arrive en si grande abondance.

Serait-ce donc une espèce encore peu répandue, et ne se trouverait-elle que dans la localité où je l'ai trouvée? C'est possible, puisque vainement je l'ai recherchée autour, dans les lieux identiques des mêmes rivages.

Pour la désigner je lui ai donné le nom d'alauda *unguiculata*, alouette à petit ongle.

J'indique ici la petite localité où je l'ai trouvée, pour les ornithologistes qui voudraient en faire la recherche :

A Préfailles, dans les petits champs bordant la mer entre Préfailles et la Source.

DEUXIÈME ESPÈCE D'ALOUETTE

Nommée par M. Ollivier de Laleu, alauda minor.

Ayant lu dans l'ouvrage de M. l'abbé Vincelot, *Le nom des oiseaux expliqué par leurs mœurs :* « L'alouette des champs, alauda arvensis, » présente deux variétés bien distinctes. Celle qui séjourne en Anjou » et qui s'y reproduit, a des proportions plus grandes que celle qui » apparaît dans les temps froids ou de neige », je me suis mis à la recherche de cette variété et je l'ai en effet trouvée en hiver sur nos marchés, en très-grand nombre, mêlée à l'alouette ordinaire, et je l'ai tuée plusieurs fois dans des bandes de cette dernière.

Mais au lieu de ne paraître que dans les temps froids ou de neige, je puis affirmer qu'elle se reproduit dans notre département, y ayant tué une femelle qui, par son inquiétude, indiquait que j'étais près de son nid, et l'ayant trouvée garnie d'œufs pour une seconde ponte.

Toutes celles que j'ai vues sont de *même taille*, ayant environ deux centimètres de moins que l'alouette vulgaire, à laquelle elles ressemblent beaucoup. Les seules différences que j'aie pu remarquer sont : une nuance généralement plus pâle, la tête plus étroite, moins ronde,

les plumes du dessus de la tête plus disposées en huppe et semblant susceptibles d'érection.

La différence de taille, étant constante dans le très-grand nombre que j'ai vu avec celle des alouettes vulgaires, donne lieu de penser que c'est une espèce distincte.

DISCUSSION

MM. Louis Bureau et Bonjour considèrent ces deux alouettes comme des variétés de l'*Alauda arvensis* et font remarquer que la longueur de l'ongle, chez cet oiseau, peut souvent varier dans la même espèce, suivant que le terrain qu'il habite est plus ou moins aride et rocailleux.

M. Ollivier de Laleu fait observer :

1° Qu'il n'est guère admissible qu'un terrain, plus ou moins rocailleux ou aride, puisse avoir une telle influence sur l'organe formant le principal caractère du 23e genre de Temminck, qui reste inaperçu à tous les ornithologistes.

2° Que l'*Alauda arvensis*, qui habite les quatre parties du monde et souvent des terrains très-rocailleux ou arides, n'a jamais présenté cette prétendue modification.

3° Que l'alouette en question a été trouvée près de champs très-fertiles et nullement rocailleux, où abonde l'*Alauda arvensis*, ne présentant jamais cette particularité; que de plus, se tenant particulièrement dans les friches, dont l'herbe s'opposerait à l'usure prétendue, l'observation tombe.

4° Qu'en tous cas, cette usure de l'ongle du pouce *et non des autres doigts*, fût-elle possible, on ne pourrait admettre qu'elle changeât les mœurs, et même le chant et la manière d'y procéder de l'oiseau.

Il faut donc se rendre à l'évidence et reconnaître que l'*Alauda unguiculata* (Laleu) est bien une espèce nouvelle.

Quant à la 2e espèce, *Alauda minor* (Laleu), les différences indiquées sont constantes, et on prie M. Bonjour de donner un coup d'œil sur sa propre collection, où figurent, côte à côte, comme étant deux arvensis, l'une beaucoup plus petite, et à laquelle, en la montant, il a fait une huppe, ce qu'il n'eût pu faire pour l'autre dont les plumes ne sont pas disposées pour cela.

Ces différents caractères indiquent donc bien une autre espèce.

M. SIRODOT

Doyen de la Faculté des Sciences de Rennes.

SUR LES OSSEMENTS FOSSILES DU MONT DOL

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 21 août 1875. —

M. Sirodot expose en détail les résultats de ses recherches sur les éléphants du mont Dol. Il indique le mode de croissance des dents, leur disposition, leur usure, et enfin les caractères très-nets qui permettent de reconnaître le rang d'une molaire, sa situation dans l'une ou l'autre mâchoire, son orientation à droite ou à gauche, etc.

M. Sirodot fait remarquer, en terminant, qu'ayant eu à sa disposition un très-grand nombre de dents, il a pu non-seulement corriger les erreurs commises par Falconnet et de Blainville, mais, de plus, s'assurer que les différentes espèces d'*Elephas* décrites jusqu'à présent comme voisines du mammouth n'ont aucune valeur. On trouve une multitude de formes intermédiaires reliant l'*Elephas primigenius* à l'*Elephas indicus* vivant encore de nos jours.

M. O. DE LALEU

OBSERVATION SUR LE CHANT DE CERTAINS PICS

— Séance du 21 août 1875. —

Une idée généralement admise, est que certain bruit que font quelques espèces de pics est produit par des coups très-vivement répétés de leur bec sur les branches mortes pour en faire sortir les insectes.

Ne pouvant admettre que des branches plus ou moins grosses, plus ou moins sèches, puissent, étant frappées de la même manière, rendre un même son (car ce bruit est toujours le même), je me suis mis en observation, et j'ai acquis la certitude que c'était simplement un cri d'appel, que les pics font entendre particulièrement au printemps.

J'ai vu deux mâles, se disputant une femelle, venir se poser près de moi sur une grosse branche d'arbre, faire le bruit en question sans frapper sur les branches et ne chassant pas du tout les insectes, pendant que le même bruit se faisait entendre à quelque distance, mais sur un ton un peu moins élevé, sans doute par la femelle qui causait la discorde.

Voilà la vérité

M. Bernard-Louis BALLY

SUR L'OSTRÉICULTURE : DÉTROQUAGE ET PROTECTION

— Séance du 21 août 1875. —

Le procédé dont je viens vous communiquer les avantages, outre qu'il donne une économie des quatre cinquièmes au détroquage, permet d'enlever toutes les huîtres sans en blesser une seule. Il consiste dans la propriété de l'enduit dont je recouvre les collecteurs avant de les former en ruche pour recevoir le naissain.

Mon enduit, une fois immergé, durcit tous les jours davantage à sa surface, pendant que sa partie inférieure, celle qui adhère à la tuile, se ramollit de plus en plus, se désagrége et finirait par laisser tomber l'huître d'elle-même, si on le voulait, à trois mois, six mois ou un an, selon le dosage des matières employées.

La tuile que je vous présente, Messieurs, est une de celles de mon expérimentation qui avaient été préparées le 30 juin 1874, et que je fis immerger le lendemain. Ces tuiles sont restées sur les crassats de la Hilon jusqu'au 20 mai dernier, ayant conservé toutes leurs huîtres sur leur face intérieure, malgré la grosse mer et les gelées, et se sont détroquées avec une telle facilité qu'on a pu constater, sans exagération, que ce procédé donnait au détroquage une économie des quatre cinquièmes sur les frais qu'il occasionne. N'aurait-il que cet avantage qu'il aurait déjà une valeur incontestable ; mais il faut ajouter à ce résultat celui d'enlever toutes les huîtres, y en aurait-il 500, sans en blesser une seule. L'huître, en effet, n'est plus enlevée violemment de la couche d'enduit sur laquelle elle est née, c'est cette couche même qui se détache de la tuile presque seule, et avec ce double résultat que l'huître en emportant cette couche d'enduit s'en trouve doublée, et par cela même protégée contre ces innombrables ennemis dont vous parlait M. Auschitzki, dans la séance du 7 septembre 1872 (1).

Mais là encore, Messieurs, n'est pas le dernier avantage de mon système d'enduit. L'huître ainsi doublée et à l'abri de ses ennemis, a pris par cet enduit extérieur qui lui reste adhérent, un poids qui bien souvent lui manque pour être, pendant qu'elle est jeune encore, suffisamment fixée au sol et pour pouvoir résister au mouvement des eaux, qui par certain temps en enlève de si grandes quantités.

(1) Voir Comptes rendus du Congrès de Bordeaux. 1872, p. 619.

Disons encore que le détroquage actuel ne se fait le plus tardivement possible que pour laisser le temps à l'huître de se fortifier, de durcir son écaille, afin d'en briser moins lorsqu'on lui fait subir cette opération, ce qui retarde singulièrement aussi son développement ; car veuillez remarquer, que dans les années de grande production les huîtres sont tellement serrées sur les collecteurs, qu'à l'âge de trois mois elles occupent tout l'espace existant entre elles et que dès ce moment elles cessent de croître ; la preuve c'est que, lorsqu'elles ne peuvent plus s'élargir sur tout leur diamètre, elles s'allongent ou s'élèvent, perdant ainsi leur forme naturelle. Il est donc vrai de dire que si à ce moment où l'espace du collecteur est rempli, on pouvait détacher les huîtres sans en perdre une seule et qu'elles fussent placées jeunes dans les claires ou réservoirs, elles atteindraient un développement de plus de six mois de croissance, de sorte qu'à un an elles pourraient être livrées à la consommation aussi avancées que celles détroquées à dix-huit mois et même à deux ans, comme cela arrive dans certaines localités, l'Ile d'Oléron par exemple, et en Bretagne, où certains parqueurs ne détroquent qu'au moment de la vente, ayant à l'avance brisé les tuiles pour diviser les huîtres, trouvant moins onéreux la perte des tuiles que celle des huîtres par un détroquage dont le résultat est toujours chanceux.

La création des ambulances et leur entretien nécessitent de grands frais devant lesquels beaucoup de parqueurs reculent, malgré leur bon côté relatif; car dernièrement des parqueurs d'Arès me disaient avoir eu 75 % de leurs huîtres dévorées pendant le mois de mai, par les crabes et qu'ils en connaissaient qui, moins heureux encore, avaient tout perdu.

Le mois de mai est-il celui où les crabes abondent le plus à la côte, ou bien est-ce le fait de la faiblesse des huîtres après le détroquage qui permet à leurs cruels ennemis de les détruire en si grande quantité?

Il pourrait se faire que les deux raisons en fussent la cause.

Evidemment les ambulances leur eussent épargné cette perte, et cependant très-peu les emploient. Aujourd'hui mon système les rend absolument inutiles, les huîtres en tombant des tuiles étant toutes également protégées par la couche d'enduit qu'elles emportent avec elles en se détachant des tuiles, couche dont on peut augmenter la dureté et l'épaisseur à volonté selon le besoin, soit pour fortifier l'huître dans sa partie inférieure, partie faible où elle est toujours attaquée et qui, par mon procédé, devient la plus forte, soit pour augmenter son poids du double s'il y a lieu, afin d'éviter les pertes occasionnées par l'enlèvement des huîtres entraînées par les courants trop rapides ou les violents coups de mer. C'est pour obvier à ces inconvénients qu'en Bre-

tagne, aux environs de Carnac, à la Trinité, bon nombre de parqueurs se bornent à briser leurs tuiles, au lieu de détroquer. Mais est-il bien possible de briser les tuiles pour isoler les huîtres sans en blesser et sans en perdre une certaine quantité? Ces messieurs le prétendent ; mais cela me surprend, quand on sait que les huîtres se trouvent produites sur les deux faces et qu'il doit nécessairement s'en rencontrer placées de telle sorte qu'on ne puisse faire la cassure sans briser celles du dessus ou du dessous de la tuile. Si on le pouvait, que deviendrait même alors l'une des deux huîtres juxtaposées? Je me permets d'avancer que cette opération ne peut être faite que dans les années ou dans les localités où le naissain est très-peu abondant sur les tuiles.

J'ai vu des parqueurs qui préparent chaque année trois cent mille tuiles nantaises (1) qu'ils placent comme collecteurs sur leurs crassats et qui chaque année les brisent pour diviser leurs huîtres. Indépendamment de la perte de ces tuiles et des frais de transport, quel encombrement ne doit pas occasionner sur leurs parcs, dans leurs réservoirs, cette manière d'opérer ; tout cela d'ailleurs pour éviter un détroquage qu'il faut toujours faire en dernier lieu , et quelle forme doivent avoir ces huîtres développées dans de telles conditions ?

Vous le voyez, tous les systèmes employés jusqu'ici du midi au nord de la France n'ont eu d'autre but que d'éviter la perte des huîtres au détroquage. Le détroquage tardif de certaines localités n'a pas d'autre raison et les tuiles brisées non plus. L'emploi des panneaux de bois mince comme collecteurs a été également tenté pour éviter l'adhérence de l'enduit sur la tuile ; mais sur le bois l'enduit n'adhérant pas, les huîtres étaient souvent perdues avant l'époque de la récolte. Pour le mieux faire adhérer, on en est venu à donner une première couche de ciment pur ; mais ce procédé constitue une certaine dépense d'autant plus grande que le bois dure très-peu ; aussi me suis-je aperçu que cette année beaucoup de collecteurs de bois ont été abandonnés pour la tuile, qui semble, en effet, réunir toutes les conditions de transport, d'arrimage en ruche, de durée et de poids ; car la ruche de tuiles démolie par un violent coup de mer ne sera jamais emportée comme le bois, on la retrouvera toujours sur les lieux où on l'aura placée.

Enfin, après chaque détroquage, avec les procédés employés jusqu'ici, la tuile, avant de recevoir une nouvelle préparation, doit être grattée à vif pour faire disparaître la vieille couche d'enduit, opération qu'on évalue à cinq francs par mille tuiles. Par mon système, on fait encore cette économie, puisque l'enduit se détache tout entier de la tuile, que l'huître l'emporte avec elle, comme le prouve les huîtres et la tuile que j'ai l'honneur de soumettre à votre examen.

(1) Cette tuile porte de 0m 30 à 0m 33 cent. de longueur.

M. A. GIARD

Professeur à la Faculté des Sciences de Lille.

SUR LE SENS QU'IL CONVIENT D'ATTÂCHER AU MOT MOLLUSQUE

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 21 août 1875. —

M. A. GIARD, après de longues recherches sur l'embryogénie d'animaux appartenant aux diverses classes rangées dans les embranchements des articulés et mollusques de Cuvier, croit devoir proposer une autre délimitation de ces deux groupes. Les *Arthropoda,* correspondant aux *Insecta* de Linnée, forment un phylum nettement défini qu'il convient de séparer des autres annelés. La plupart de ces derniers (annélides, chétognathes, rotifères) doivent être réunis aux mollusques proprement dits (céphalopodes, gastéropodes et lamellibranches), auxquels ils se relient par les brachiopodes et les bryozoaires. De nouvelles recherches embryogéniques, entreprises sur les bryozoaires par M. *J. Barrois,* préparateur à la Faculté des sciences de Lille, ont montré que les diverses formes larvaires de ces animaux, même les *Cyphonantes,* se ramènent à un type unique que M. Giard croit pouvoir rattacher à la forme générale de l'embryon de mollusque (au nouveau sens du mot). M. Giard réserve son opinion sur la place à donner aux vers plats et aux némertiens, sur lesquels il n'a encore que des données insuffisantes. Les géphyriens paraissent, d'après les nouvelles recherches de Solenka, étroitement unis aux annélides. Quant aux tuniciers, il convient de les rapprocher des vertébrés inférieurs, plutôt de l'*Amphioxus* que des poissons auxquels Dohrn a proposé de les réunir. La formation du *cœloma* et de la cavité atriale ou cloacale ne paraît pas légitimer entièrement cette réunion.

M. LORTET

Directeur du Muséum de Lyon, Professeur à la Faculté des Sciences.

QUELQUES POINTS DE L'ORGANISATION DES ÉPONGES FIBREUSES DE SYRIE

EXTRAIT

— Séance du 23 août 1875. —

Les spicules dont la réunion formera plus tard le squelette fibreux naissent dans l'embryon ciliaire, par une partie centrale axile. Autour se dépose la matière fibreuse. L'embryon est éventré autour de ces spicules et par ces spicules ; ils

sortent de la cavité embryonnaire et continuent à croître en formant de nombreuses anastomoses.

La matière vivante forme le corps même de l'animal spongiaire. Les descriptions des auteurs sont fautives pour les éponges fibreuses. Sur toute la surface, épiderme dur, noirâtre, formé de cellules à quatre côtés contenant dans leurs parois les granulations pigmentaires. Les canaux internes sont tapissés par la matière gélatiniforme. Il n'y a absolument pas de cils vibratiles dans les canalicules, non plus que de courants d'eau intérieurs, comme on l'a affirmé chez les éponges fibreuses. Elles respirent et elles se nourrissent grâce aux courants d'eau extérieurs seulement.

Il n'y a dans l'éponge, en fait de véritables cellules, que les œufs mâles et femelles.

1° *OEufs femelles.* — Dans les parties profondes on trouve de nombreuses cellules en saillies. Elles sont formées d'une double membrane. C'est un œuf fixé encore à la matière gélatiniforme et formé de deux enveloppes. Il contient un ovule cilié unique. La fécondation paraît avoir lieu lorsqu'il est encore fixé.

2° *OEufs mâles* ou *testicules,* très-nombreux dans toute la membrane vivante amorphe, formés de corps muriformes composés de sphères, lesquelles renferment de petits spermatozoïdes losangiques, avec un cil vibratile probablement très-court. Les mouvements des spermatozoïdes sont très-lents. Les spermatozoïdes se trouvent surtout en automne, les œufs mûrs au mois de juin. L'embryon fécondé se fixe et donne lieu à une cupule comme pour les autres espèces étudiées par Haeckel et Oscar Schmidt.

DISCUSSION.

M. VAILLANT fait remarquer que le courant efférent par les grands oscules, lequel n'a pu être constaté par M. Lortet sur les éponges de Syrie, s'observe avec facilité sur différents spongiaires de nos côtes, notamment chez l'*Halichondria panicea,* Fleming. Il rappelle les expériences très-démonstratives faites sur cette espèce par Grant, vers 1827.

M. LORTET

Directeur du Muséum de Lyon, Professeur à la Faculté des Sciences.

SUR LA FAUNE DU LAC DE TIBÉRIADE

EXTRAIT

— Séance du 23 août 1875. —

La vallée du Jourdain est la plus profonde dépression connue de la croûte terrestre. De la source du fleuve au fond de la mer Morte elle est de 1,305 mètres. Dans ce bas-fond se trouvait une vaste mer, dont les dépôts sont partout reconnaissables, et qui était probablement peu salée, à cause du volume d'eau considé-

rable des affluents. Cette mer devait contenir des animaux marins, lesquels à cause de l'augmentation progressive de la salure de la mer Morte, ont dû se réfugier dans le lac de Tibériade et le lac Houlèh. Ils ont dû subir, depuis une longue suite de siècles, des changements anatomiques et physiologiques. Dans le lac de Tibériade, on trouve un poisson entièrement marin, le Blennius varius, et des mollusques d'eau douce, dont quelques-uns présentent un facies marin. J'ai trouvé chez deux de ces espèces, une organisation intérieure qui les éloigne de leurs congénères d'eau douce et les rapproche encore de certaines espèces marines. La transformation ne paraît pas être encore complète ici.

Dans le lac Tibériade, nous avons trouvé un Chromis nouveau, portant de 80 à 200 petits dans la bouche, au milieu des branchies, qui ne sont pas labyrinthiformes. C'est le mâle qui prend les œufs et les incube ainsi. Les petits restent dans la bouche assez longtemps pour atteindre 1 cent. 1/2 de longueur. Comment ne les avale-t-il pas?

Il n'y a pas là des culs-de-sacs, comme chez les macropodes de Chine et les labyrinthobranches décrits et trouvés aux Amazones par Agassiz.

M. ARTHUR DE L'ISLE

NOTE SUR L'ACCOUCHEMENT DE L'*Alytes obstetricans*

— Séance du 23 août 1875. —

§ 1. Ponte étendue et échelonnée de l'Alyte. — Emission des œufs par trois ou quatre lots successifs de deux chapelets chacun. — Disposition insolite des deux couches d'albumen.

On limitait autrefois la saison du frai de l'Alyte aux mois de mars et d'avril. Tschudi et Thomas crurent ensuite qu'il frayait à deux époques, au printemps et à l'automne. Le premier avait fait la rencontre, à la fin d'octobre, d'un mâle avec des œufs mûrs autour de ses pattes, et le second avait vu à quatre mois d'intervalle, à la fin d'avril et en août, de gros têtards d'Alyte subir la métamorphose. Mais en réalité, la saison du frai dure six mois de suite, du commencement de mars à la fin d'août. La reprise du chant en marque le retour, et sa brusque terminaison, la fin. Les accouchements se succèdent tout ce temps, plus fréquents de la mi-avril à la mi-juin. La femelle pond de 120 à 150 œufs, et non de onze à douze cents comme la grenouille et le crapaud. Encore s'y reprend-elle à plusieurs fois (3 ou 4), comme nous l'apprend l'inspection des ovaires. Si l'on examine, au début de la saison des amours, ceux d'une femelle qui vient d'accoucher, l'on y

trouve la matière de deux ou trois autres lots, qui, sauf l'épaisseur de la double enveloppe d'albumen, sont aussi gros que ceux qui viennent d'être expulsés. Le Sonneur et la Rainette accouchent aussi de plusieurs lots d'œufs, mais ils le font en quelques heures. L'Alyte émet chaque lot à quelques semaines d'intervalle, et donne ainsi quelque repos à ses organes mucipares, plus exercés que ceux des autres batraciens, par le fort diamètre du vitellus, la complication du travail et le milieu différent où il a lieu.

Si le phénomène curieux d'une ponte aussi prolongée est dû à la lente maturation des œufs et à leur émission par petits groupes successifs, il dépend aussi de la précocité et de la lenteur des femelles. Les éclosions et les métamorphoses se succèdent de la même manière, et l'on trouve, de juillet à septembre, des larves développées à tous les degrés, depuis la récente éclosion jusque et au delà de la mètamorphose. Les larves qui sortent d'œufs pondus en juillet et en août ne se transforment pas avant l'hiver, et au lieu de quatre à cinq mois en passent huit à neuf dans l'eau sous forme de têtards.

Chaque lot se compose de deux chapelets et non d'un seul, comme on l'avait cru jusqu'ici. Ces chapelets sortent à la fois comme ceux des crapauds, mais brusquement, en quelques secondes, et non comme ceux-ci lentement et en plusieurs heures. On dirait des colliers de perles enfilées, tandis que les cordons des pélobates et des crapauds ressemblent, à la rigidité près, à de longs tubes de verre. Cela est dû à la grosseur des œufs et au mode tout différent de dépôt des couches de l'albumen. Comme chez beaucoup de batraciens, il y en a deux, qui correspondent, ce que l'on n'avait point encore remarqué, à deux divisions du canal mucipare, dont la configuration varie, la thoracique et l'abdominale. Chez les crapauds et les pélobates, où ces divisions sont peu tranchées, il n'y a qu'une couche d'albumen, par là même plus épaisse et qui se moule tout entière sur l'oviducte, et ne se laisse point renfler par les œufs.

Dans les genres *Rana, Hyla, Bombinator, Amblystoma, etc.,* il y en a deux, au contraire, comme chez l'Alyte, qui se morcellent toutes les deux et se moulent individuellement autour de chaque œuf.

Chez l'Accoucheur, la disposition de ces couches est mixte. La première, plus épaisse, se morcelle et se moule autour de chaque œuf ; mais la seconde reste indivise et se moule en tube sur l'oviducte. Ce tube, ainsi formé du second albumen, est très-mince, d'une élasticité remarquable, et les œufs, revêtus de la coque du premier, que l'on a confondue avec la membrane vitelline, s'y succèdent l'un à l'autre, de loin en loin. Dans ces longs intervalles égaux (de 4 à 6 cent.), ce boyau de glaire élastique se rétrécit jusqu'à un 10e de mm. et n'a plus l'air

que d'un fil, tandis qu'il se renfle extrêmement à chaque œuf qu'il reçoit, jusqu'à 5 mm de diamètre et au delà ; car, si les enveloppes de mucilage sont peu dilatées, en revanche, le vitellus est fort gros. La longueur des chapelets croît avec l'âge : elle varie de 80 c. à 1m 70. Le nombre des œufs, dans chaque lot, est de 25 à 54. Mais nous verrons plus loin qu'il existe des faix doubles qui peuvent en contenir de 65 à 102.

§ 2. Délivrance. — 1re phase, accouplement inguinal et accouchement. — 2e phase, accouplement cervical et chargement des chapelets.— Rupture de la cloison inter-utérine.

De ses bras, le mâle s'accouple à l'aine, comme le Sonneur et les Pélobates ; mais, au lieu d'arrêter, comme ceux-ci, le museau aux reins de la femelle, il le lui projette à la nuque ou jusque entre les yeux. Il se ramasse sur lui-même au point que ses genoux dépassent le coude en avant ; écarte les talons, tourne les pattes en dedans, et met les trois orteils internes de l'une en contact avec ceux de l'autre. De ces orteils droits, puis des gauches, il frictionne et lubréfie l'entrée du cloaque de la femelle par un mouvement alternatif si rapide, que les orteils des deux pattes s'entrecroisent presque à chaque fois à leur extrémité. Les seconds et troisièmes pénètrent fréquemment dans le cloaque. Pour être plus libre dans cette manœuvre, et pour éviter la pression contre le sol de ses pattes engagées sous sa compagne, il la force à baisser la tête et lui relève la croupe qu'il laisse retomber, le double coup de râteau donné. Cette action continue d'arrière en avant. Ce mouvement d'escarpolette se complique d'un balancement des reins de droite à gauche.

Après une longue série de ces passes des orteils (de 44 à 103), le mâle s'arrête, mais sans changer de position, les talons largement écartés, les pattes tournées en dedans et les orteils internes de l'une toujours en contact ou même entrecroisés avec ceux de l'autre. Il prolonge ce repos deux ou trois minutes, puis reprend son travail. Il a un peu desserré les doigts sous le ventre de la femelle, il les rejoint maintenant, les entrelace et les fait participer à la manœuvre des orteils. Ces derniers, après avoir frotté la peau des cuisses, mince et dénuée de pigment, et dépassé le cloaque, vont toucher les deux doigts internes renversés en arrière, qui, de leur côté, s'agitent et viennent au devant d'eux. Le nombre de ces coups de râteau varie, suivant les Accoucheurs, de onze à treize cents pour les deux pattes, et se divise en quinze ou vingt séries formées d'autant de repos.

Au bout de 25 minutes environ, l'Accoucheur cesse brusquement ce travail, comme si de ses orteils qu'il enfonce à chaque instant dans le

cloaque, il avait enfin touché les œufs. Il se contracte à deux ou trois reprises, et de ses bras, comprime avec force le ventre de la femelle. Sous l'effort, ses flancs se creusent et ses poumons se gonflent, et les œufs s'échappent brusquement et comme par explosion. Pour procéder au râtissage, le mâle a enfoncé ses genoux dans le pli de ceux de sa compagne. A l'instant même qui précède la sortie des chapelets, celle-ci resserre les jambes du mâle entre les siennes et les fait se joindre aux talons, tandis que ses genoux demeurent écartés, ménageant ainsi entre eux un vide en losange, que les œufs, presque aussitôt, viennent remplir jusqu'au bord, sorte de moule ou de réceptacle dont les orteils de l'Accoucheur, rapprochés et étalés sous le cloaque, forment le fond, et ses tarses redressés la cloison en arrière. Les membres pelviens de la femelle suivent dans tous leurs contours ceux du mâle, et les masquent en partie. L'on compte neuf ou dix œufs à la surface, mais le réceptacle en contient de 25 à 50 dans sa profondeur, ce dont on s'aperçoit si l'on fait violence au couple et qu'on lui écarte les pattes.

L'accouchement fait, le mâle détache ses bras de l'aine de la femelle et les lui remonte au défaut de la tête. L'imprégnation suit presque aussitôt ; elle a lieu par deux ou trois larges émissions de semence, marquées chacune par le tremblement de l'animal. Diluée par le fluide abondant de la vessie, elle s'amasse sur les œufs, resserrés entre les pattes du mâle comme en une corbeille, et filtre lentement au travers. Le couple, frappé de prostration, reste ensuite dix minutes, un quart d'heure en repos. Cette longue pause donne aux chapelets le temps de se mouler dans le réceptale et de s'y agglutiner en une petite masse, et aux fils visqueux celui de prendre aux chevilles du mâle.

Mais comme cette adhérence ne suffirait pas à les maintenir longtemps en place, et qu'il doit les porter trois semaines ainsi attachés derrière lui, l'Accoucheur travaille à les fixer plus solidement. Il resserre les mains et en presse le cou de la femelle qu'il prend pour point d'appui, retire ses pattes emprisonnées dans les siennes, et, à plusieurs reprises, les écarte l'une de l'autre de toutes ses forces. Collée à ses talons, la petite masse suit ce mouvement, s'allonge de l'une à l'autre. Il replie alors un de ses membres pelviens et le ramène en avant jusqu'à mettre le talon au niveau de la vertèbre sacrée, puis le rallonge et le fait plonger, les orteils les premiers, dans la masse qu'il vient d'étendre et d'amincir. Il en fait autant de l'autre patte. Mais ces premiers fils sont pris seulement autour de la paume et du tarse ; ils pourraient se déprendre. Pour les engager plus avant et les faire remonter par dessus le talon jusqu'à la cheville, l'Accoucheur écarte de nouveau les pattes, les relève en l'air et les plonge l'une après

l'autre ou toutes les deux à la fois au travers du paquet des œufs. Il se repose une ou deux minutes, puis reprend sa double manœuvre qu'il poursuit longtemps, entremêlant les nombreux écarts d'un petit nombre de mouvements plongeants. La femelle a les cuisses écartées et à plat contre terre, ainsi que le ventre, maintenant flasque et vide. Le mâle écarte avec effort ses pattes empêtrées dans le paquet. Il soulève son train de derrière chargé des cordons fraîchement imprégnés et encore visqueux au dessus des cuisses et des reins de la femelle pour le tordre plus librement; puis, dans les temps d'arrêt, il l'y rabaisse et l'y repose comme sur une table d'opération. Aussi ces parties sont-elles fortement lubréfiées. C'est qu'elles empêchent les œufs gluants et tout humides de se souiller à terre. Le nombre des écarts varie, selon les Accoucheurs, de 25 à 40, et celui des mouvements plongeants de 6 à 12. Des temps de repos, pendant lesquels le mâle chante, répétant toujours la même note, coupent la manœuvre du chargement comme celle du râtissage.

Le changement de position du mâle après la ponte partage en deux phases tout le phénomène. Le mode inguinal de l'accouplement marque la première, qui comprend le râtissage du cloaque, la formation du réceptacle et l'accouchement, et dure un peu moins d'une demi-heure. L'embrassement cervical la seconde, qui comprend l'imprégnation, le long repos, la ligature ou chargement des chapelets et dure à peu près autant, et tout l'accouchement un peu moins d'une heure.

Chez les autres Anoures, à l'exception de la Rainette, les œufs sont tous dans les ovaires au début de l'accouplement; mais chez l'Alyte, nous avons toujours trouvé à cet instant les deux chapelets tombés dans les utérus; ce qui abrége la durée de l'accouchement et ce qui prouve que le râtissage du cloaque n'a point pour but d'éveiller les mouvements péristaltiques des oviductes, mais d'exciter la femelle à pondre, et à lui rendre cet acte plus facile, en dilatant l'orifice des utérus dans le cloaque, plus resserrés, sans doute, que si l'accouchement se passait dans l'eau. Il faut bien remarquer ici que le mâle ne doit pas produire les chapelets lentement au dehors, mais en accoucher brusquement la femelle, et les faire tomber d'un seul coup dans le réceptacle.

Comme on le voit, l'accouchement de l'Alyte diffère beaucoup de celui des autres Anoures indigènes. Les Pélobates, le Sonneur, etc., se contractent comme lui lorsque la femelle accouche. Ces mêmes amphibies et les Crapauds agitent d'un côté à l'autre la partie postérieure du corps, mais seulement à l'instant de la ponte, ce que l'Alyte fait tout le temps de la première phase. Les Pélobates et les Crapauds entassent sur leurs pattes chaque portion de frai que rend la femelle, de façon à

en former une petite boule, pour l'imprégner plus aisément, ce qui rappelle de très-loin la formation du réceptacle. Mais, pour trouver quelque chose d'analogue aux mouvements des orteils dans le râtissage, au changement de position et au chargement des chapelets, il faudrait sans doute suivre les mœurs des espèces exotiques, dont l'accouplement se passe à terre.

Nous avons suivi ce phénomène trois années de suite, et nous avons été témoin de plus de cinquante accouplements. Tandis que l'observateur du XVIII[e] siècle n'ayant surpris ces animaux qu'une seule fois accouplés et pendant la seconde phase, n'a point vu le râtissage du cloaque, la ponte brusque et instantanée, la formation du réceptacle, le changement de position du mâle et l'imprégnation, mais le seul entortillement des chapelets, qu'il a pris, au jour baissant, pour l'accouchement lui-même. De là, voyant le mâle écarter les pattes, puis les enfoncer dans les œufs, les relever et les tordre en l'air, il s'est imaginé « *qu'en les allongeant ainsi avec des efforts redoublés* », il opérait la délivrance. Ce que tous les faits observés par nous réfutent, celui entre autres qu'il ne peut bouger les pattes, que la femelle, à cet instant, maintient solidement resserrées l'une contre l'autre entre les siennes. Il faut rejeter de même le mode axillaire de l'accouplement. Il est vrai que l'Alyte tient à cet instant la femelle enlacée au défaut des bras, *mais c'est au cou au dessus, et non à l'aisselle au dessous.* La méprise était facile, et Demours n'y fût jamais tombé s'il eût observé le couple pendant la première phase.

Chaque oviducte, à son extrémité, se renfle en un grand réservoir ou utérus, dans lequel les chapelets séjournent jusqu'à l'expulsion. C'est un sac sphérique, aplati sur la face par laquelle il adhère à l'autre. Un fait bizarre, la rupture de cette cloison, témoigne avec quelle énergie le mâle comprime le ventre de la femelle pour l'accoucher. MM. Vogt et Papenheim l'ont signalée les premiers sans s'en expliquer la cause, et l'ont crue à tort générale. Mais ce trou de communication n'existe pas, même après parturition, chez les femelles adultes de trois à quatre ans, qui n'ont point encore atteint toute leur taille. On le rencontre chez celles de cinq ans, six ans et au dessus, c'est-à-dire chez les plus vieilles. C'est que ces vieilles femelles sont plus grandes aussi et ont de plus grands chapelets. Les œufs qui les composent, plus gros, plus nombreux, et que les bras du mâle refoulent brusquement en arrière à l'instant de la ponte, ne trouvant pas du premier coup leur issue au dehors, crèvent la paroi la moins solide de l'utérus. Tandis que chez les femelles plus jeunes et moins robustes, cette double poche, chargée d'œufs plus petits et en moindre nombre, résiste à la violence de la constriction et les laisse plus facilement

s'échapper. Cela explique les dimensions très-variables de cette fente. Cette rupture de la cloison interutérine ne réussit pas toujours à produire l'accouchement complet, et dans mes autopsies, j'ai trouvé deux femelles avec des fragments de chapelets restés dans l'utérus et qui n'avaient pu être expulsés. La sécheresse de la glu, la grosseur des œufs, la longueur des chapelets et leur disposition moniliforme rendent en certains cas l'accouchement difficile.

§ 3. Le mâle sort avec ses œufs. Il se recharge quelquefois. — Evolution de l'embryon. — Eclosion rapide.

Aux environs de Nantes, le mâle, ainsi chargé, s'en va le soir épier les Coccinèles, les Elathères et autres insectes dont il fait sa proie. Il se glisse dans les jeunes plants frais arrosés. Là, ses œufs s'humectent, se gonflent et transmettent aux embryons l'eau qui leur est nécessaire. Aussi rejetons-nous, au moins comme fait général, l'opinion aujourd'hui en faveur — que l'Alyte, après la ponte, s'enfouit assez creux dans le sol et n'en sort qu'à la maturité des œufs. — Que dans les Alpes, des mâles, surpris par un brusque retour du froid, restent deux ou trois semaines ainsi confinés dans leur retraite avec leur précieux fardeau, la chose n'est pas impossible. Mais dans ce cas, comment la marne est-elle en même temps et assez fraîche pour fournir de l'eau aux embryons, et assez ferme pour ne point encroûter les œufs et les faire périr. Tschudi a déjà combattu cette opinion. Chaque trou a son entrée, quand elle n'a pas été comblée par accident. D'ailleurs, ne s'est-on pas mépris en faisant de l'Alyte une espèce éminemment fouisseuse? La faiblesse de l'apophyse cunéïforme inspire le doute à cet égard. Et comment peut-il creuser, s'il n'est point armé pour le faire ? Il s'épargne ce soin autant qu'il peut, et recherche les décombres, les tas de pierres, les conduites souterraines, les fissures au niveau des fondations, etc. Ceux que je conservais chez moi se cachaient volontiers dans le sable ou le terreau ; je n'ai pu les amener à s'enfouir dans l'argile et je doute qu'ils puissent le faire. Ceux que j'ai trouvés établis dans ce milieu avaient profité du travail préalable de quelque taupe, mulot ou campagnol.

Le mâle, chargé d'œufs développés à tous les degrés, vague donc librement le soir. La ligature de ses chevilles diminue la liberté de ses mouvements, mais ne l'empêche pas de sauter, courir, grimper et nager. Pour les uns, ce n'est qu'une légère entrave. D'autres ne sautent plus que la moitié de la distance qu'ils franchissaient auparavant. Quelques-uns embarrassés sous de doubles faix d'œufs mûrs, presque aussi gros qu'eux-mêmes, ne font plus que sauteler à petits sauts tout courts. Aucun ne perd cette faculté. Il arrive même assez souvent qu'un mâle

accouche deux femelles à 24 ou 48 heures d'intervalle et se charge d'un second faix. J'ai rencontré plus de vingt mâles portant de ces faix doubles, et plusieurs fois je les ai vus se recharger ainsi sous mes yeux. J'ai même surpris un mâle déjà chargé de deux paquets et néanmoins raccouplé à une troisième femelle. Ces mâles déjà chargés se disputent les femelles. En dépit de leurs pattes entravées par une première ligature, ils jouent rapidement des orteils, exécutent le râtissage accoutumé et chargent le second paquet en passant leurs pattes au travers.

L'œuf de l'Alyte a bien plus de matière nutritive et moins de substance plastique que celui de la plupart des Batraciens. C'est presque un œuf à cicatricule et à grand vitellus ; au moins tient-il le milieu entre ce type et celui à petit vitellus et à large enveloppe plastique des Batraciens. Et par là, comme par le petit nombre de ses œufs et leur maturation successive, l'Alyte se rapproche des Plagiostomes d'une façon plus décidée, comme le font aussi quelques Urodèles. Aussi la segmentation y est-elle plus limitée. Elle est bien plus prompte que Vogt ne le conjecture. En juillet, au bout de dix heures, on aperçoit déjà d'assez petits polygones. Le lendemain il n'y a plus trace de fractionnement. A trois jours la masse du germe se condense en un petit disque. Entre quatre et six l'embryon s'ébauche. Vers sept et huit sortent les bourgeons branchiaux, qui s'ouvrent et se ramifient dès neuf jours. Vers douze la masse vitelline s'échancre en avant et la spire intestinale commence à se former : de quatorze à quinze elle offre d'un tour et demi à deux tours ; de seize à dix-sept de deux tours et demi à trois tours et demi. Les branchies rentrent vers dix-sept, mais les embryons passent encore trois ou quatre jours dans l'œuf.

Les larves d'Alyte restent ainsi plus longtemps sous leurs enveloppes que celles des autres Batraciens, et y franchissent plusieurs phases que celles-ci passent libres au dehors. Elles n'éclosent point à l'état d'embryons mal dégrossis, sans branchies, sans intestins, avec la teinte unie du blastoderme, mais têtards agiles, variés de couleur, avec des branchies déjà closes en une cavité, des poumons et un intestin roulé en hélice à plusieurs tours. Il est bizarre de voir des têtards développés à ce point et cependant toujours emprisonnés dans l'œuf. Ils en remplissent la cavité et la moulent en entier. On les dirait enveloppés d'une mince pellicule de verre ou de corne, à travers laquelle on distingue tout le détail des formes et des couleurs et jusqu'aux nuances de l'iris. Prêts à s'échapper, ils vous regardent l'œil collé contre cette mince paroi.

Au bout de trois semaines ou un peu moins (en juin et juillet), le mâle guidé par son intinct s'approche de l'eau à l'entrée de la nuit. Il se place en des crevasses où elle pénètre ou se confie à des corps flot-

tants, à des tapis d'herbes aquatiques. L'éclosion est très-rapide, et chaque petit têtard quitte ses enveloppes avec la célérité de l'éclair, si bien qu'il n'est pas aisé de le voir s'échapper. Une petite fente étroite, pareille à un coup de canif dans du parchemin, lui donne issue; mais « *la coque de l'œuf ne se fend point circulairement comme une boîte à savonnette* (1). »

Ces petits têtards frais éclos nagent et tourbillonnent avec vivacité, alors que ceux des autres Batraciens adhèrent quelques jours, inertes et presque sans mouvements, à la glaire d'où ils sont sortis. Ils respirent l'air libre dès leur naissance, se ruent en grand nombre et fouillent de leur bec les débris de matière animalisée qui forment le fond de leur nourriture et qu'ils préfèrent aux végétaux.

M. A. GIARD

Professeur à la Faculté des Sciences de Lille.

SUR L'EMBRYOGÉNIE DU LAMELLARIA PERSPICUA

— Séance du 25 août 1875. —

Ce travail a été communiqué à l'Académie des Sciences, le 22 mars 1875.

M. Léon VAILLANT

Professeur au Muséum d'Histoire naturelle.

REMARQUES SUR LES LÉZARDS DE L'AMBRE ET DESCRIPTION D'UN GECKOTIEN DE LA RÉSINE COPAL

(*Hemidactylus Capensis*, Smith.)

EXTRAIT

— Séance du 25 août 1875. —

L'étude de deux échantillons d'une substance donnée comme étant de l'ambre, et dans lesquels sont renfermés des sauriens du groupe des Geckos, porte l'auteur à conclure que ces pièces sont authentiques au point de vue de l'origine naturelle, mais l'espèce à laquelle appartiennent ces Reptiles, la nature de la substance qui les enveloppe, lui font penser qu'il ne s'agit pas d'animaux de l'ambre vrai, c'est-à-dire tertiaires, mais d'animaux du copal, se rapportant à la période quaternaire.

(1) Erpétol. gén., t. VIII, p. 217.

La présence de Lacertiens dans le succin reste donc encore problématique, la nature des échantillons cités par les anciens auteurs, Pline, Kircher, était douteuse. Toutefois, suivant la remarque de M. Berendt, le fait reste possible et les naturalistes ne doivent pas, sans examen, regarder comme apocryphes tous les échantillons attribués à l'ambre réel et renfermant des vertébrés (1).

M. le Dr JOANNES CHATIN

Professeur agrégé à l'École supérieure de pharmacie.

SUR LA STRUCTURE DES GLANDES A CASTOREUM

— Séance du 25 août 1875. —

Décrites dans leurs principales dispositions anatomiques par divers auteurs, les glandes qui sécrètent le castoreum n'ont été que fort peu étudiées au point de vue de leur structure intime, et nous ne possédons à ce sujet que des notions très-imparfaites. A la vérité, Leydig semble avoir cherché à combler cette lacune dans un mémoire qui remonte à vingt-cinq ans environ (2), et dans lequel on trouve quelques lignes consacrées à la description de ces organes ; mais c'est à peine si l'on y rencontre un petit nombre d'indications beaucoup trop générales pour être suffisantes. Dans un précédent travail (3), je m'étais efforcé de compléter l'étude ébauchée par Leydig ; mais l'état des pièces que j'avais à ma disposition ne me permit pas de poursuivre mes recherches aussi loin que j'eusse désiré pouvoir le faire. Récemment je pus examiner, dans de meilleures conditions deux castors du Rhône appartenant à l'Ecole supérieure de Pharmacie, et qui moururent à peu de jours de distance ; l'étude histologique de leurs glandes à castoreum me fournit les résultats suivants.

Ces glandes se résument presque exclusivement en deux grands sacs destinés à renfermer le produit de sécrétion, et limités par une enveloppe musculeuse dont le rôle est de déterminer l'expulsion de ce dernier. Quant au parenchyme glandulaire véritable, il n'occupe dans cet ensemble qu'une place relativement fort réduite et demande à être minutieusement examiné, si l'on veut acquérir une connaissance suffisante de sa constitution ; ainsi s'explique vraisemblablement le silence

(1) Le mémoire a été publié *in extenso* dans les *Annales des Sciences géologiques*, t. VI, art., n° 7.

(2) Leydig. *Zeitschrift fur Zoologie*, 1850.

(3) J. Chatin, *Recherches pour servir à l'histoire anatomique des glandes odorantes des Mammifères*. (*Ann. sc. nat.* 1874.)

presque général gardé par les auteurs sur la structure de cette partie essentielle de l'organe.

Au dessous de l'épaisse couche musculeuse formée de muscles striés, se trouve la couche sécrétante ainsi limitée par la muqueuse du sac à l'extérieur, et par cette tunique charnue à l'intérieur. Elle n'est, d'ailleurs, pas également répartie dans toute l'étendue de la masse, comme l'ont admis certains auteurs, et se trouve, au contraire, localisée en quelques points, ce qui constitue déjà une première difficulté. La constitution même de cette portion de la glande vient en ajouter une seconde.

Si l'on examine avec un grossissement de $\frac{30}{1}$ à $\frac{50}{1}$ la surface du sac qui renferme le castoréum, on constate qu'elle est, en certains points, comme perforée par un grand nombre de petits pertuis, lesquels sont les orifices mêmes des glandules à castoreum. Des coupes pratiquées à travers le tissu convenablement durci, et menées perpendiculairement à la surface du réservoir, montrent que ces glandules sont généralement très-simples, rarement composées d'un grand nombre de culs-de-sac. Le diamètre moyen de ceux-ci varie entre 0^{mm}, 04 et 0^{mm}, 07; leur épithélium peut être rapporté à la forme sphéroïdale et mesure 0^{mm}, 005; il présente fréquemment la transformation graisseuse, et ces organes, comme la plupart des glandes odorantes, peuvent ainsi être rapportés au type sébacé.

M. Emile EUDEL

Capitaine au long cours, à Nantes.

PRÉSENTATION D'UNE COLLECTION DE GASTÉROPODES

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 25 août 1875. —

M. Emile Eudel présente une collection complète de mollusques ptéropodes remarquable par le grand nombre d'exemplaires et de variétés, suivant l'habitat.

Cette collection est le résultat de seize années de recherches dans toutes les mers. Elle renferme plusieurs espèces nouvelles.

M. Eudel décrit les particularités de la pêche de ces mollusques et donne quelques renseignements sur leur distribution géographique.

M. Carl Vogt déclare qu'il n'a jamais rencontré dans ses voyages une collection semblable, pas même au British Museum, et qu'elle est certainement la plus complète connue.

M. ARTHUR DE L'ISLE

SUR L'ÉCLOSION DES TÊTARDS DE L'ALYTES OBSTETRICANS

— Séance du 25 août 1875. —

M. A. L. DONNADIEU

Docteur ès sciences, professeur au lycée de Lyon.

RECHERCHES POUR SERVIR A L'HISTOIRE DES TÉTRANYQUES

EXTRAIT

— Séance du 25 août 1875. —

Le travail qui porte le titre ci-dessus, et que j'ai publié en juin 1875, avec le concours de l'Association française pour l'avancement des sciences, est divisé en six chapitres principaux.

Le premier se rapporte à quelques considérations générales sur l'ordre des Acariens. Après avoir établi les raisons d'être du groupe, j'ai cherché à en donner une classification naturelle qui fût aussi conforme que possible à l'état des connaissances que nous possédons actuellement sur ces êtres, jusqu'aujourd'hui mal connus.

Je suis arrivé à pouvoir les grouper suivant onze familles ou groupes que j'ai nommées : Oribatidés, Ixodidés, Gamasidés, Trombidionidés, Sciridés, Tétranycidés, Tyroglyphidés, Trichodactylidés, Sarcoptidés, Hydrarachnidés et Atacidés. Un seul de ces groupes peut donner lieu à quelque discussion et ne doit être indiqué que provisoirement, c'est celui qui renferme les Trichodactylidés, forme qui, d'après M. Mégnin, ne serait qu'un état transitoire.

Au milieu de ces sections, les Tétranycidés occupent une place nettement limitée et sont caractérisés par la forme du corps, la composition du rostre et la terminaison des pattes.

Le second chapitre est réservé à l'historique des travaux dont les Tétranyques ont été l'objet. Ces travaux ont porté tour à tour sur des espèces bien reconnues des Tétranyques, telles que le Tetranychus telarius, le Tetranychus lintearius, etc., et sur des formes larvaires qui, n'étant que transitoires, ont été décrites comme espèces et même comme genres particuliers. De ce nombre est le Phytocoptes, qui a si souvent donné lieu à des discussions intéressantes.

Les quelques pages qui composent le 3e chapitre de mes recherches sur les Tétranyques, sont relativement d'une moindre importance. En les écrivant, je me suis attaché à quelques procédés nouveaux de récolte et de préparation. J'ai ainsi comblé une lacune que l'on ne rencontre que trop souvent, et, par ces indications, je mets chaque investigateur en mesure de répéter facilement mes observations.

Si le chapitre 3 présente un faible intérêt, il n'en est pas de même des deux chapitres suivants, qui forment le fond même de mon travail, et qui sont de beaucoup les plus développés. Dans les divers paragraphes qui se les partagent, j'ai successivement étudié l'organisation proprement dite et l'embryologie de tous les acariens qui rentrent dans le groupe des Tétranycidés. Et parmi les nombreux faits nouveaux que ces chapitres m'ont permis de mettre en lumière, je dois citer les suivants :

La peau est striée suivant des directions qui varient dans quelques espèces, mais qui semblent toujours avoir pour centre de direction la partie antérieure et la partie postérieure du corps. Le corps, tout d'une pièce, présente au niveau de son tiers supérieur une sorte de sillon que l'on considérait comme la trace d'une segmentation. Le ramenant à sa juste valeur, j'ai pu montrer que ce n'était qu'un sillon suivant lequel la peau se déchire au moment de la mue, et je l'ai nommé le *sillon de la mue* (p. 34, fig. 35, 36) (1).

Les poils ont des formes très-variables. Depuis le poil en feuille (fig. 11) jusqu'au poil simple plus ou moins allongé (fig. 80) et au poil épineux (fig. 25), on peut rencontrer de nombreuses variations, soit dans la forme, soit dans les dimensions.

Les pattes, dont les longueurs relatives varient suivant les espèces, sont formées de sept articles, et le dernier de ces articles porte des crochets *très-effilés* placés au milieu de poils à cupule ou ventouse constituant de véritables ambulacres. Ce mode de terminaison, exclusivement propre aux Tétranyques, est l'un des meilleurs caractères distinctifs, au moins comme caractère de grand groupe.

Le rostre est, au point de vue du nombre et de la position relative des pièces qui le composent, établi d'une manière identique dans toute la famille. Ce qui le différencie dans les espèces c'est la forme même des pièces qui rentrent dans sa constitution. Ces pièces sont : *deux mandibules* placées sous la partie antérieure du corps disposée en *épistome ; deux mâchoires aciculaires* à éperon liguliforme formant à la base du rostre *une ligule ;* une lèvre inférieure portant à sa base deux palpes volumineux terminés par des spinules ou des crochets (voir p. 44 et suivantes. Fig. 28 et 103).

L'appareil digestif, très-simple chez les Tétranyques, envoie dans les pattes et jusque dans les pièces du rostre des prolongements dans lesquels circule la matière alimentaire. Celle-ci, dans son courant ascendant, occupe les bords des cæcums et revient par le milieu à l'état liquide, presque homogène ou très-peu granuleux (voir p. 55. Fig. 80).

(1) Les pages indiquées sont celles du mémoire original; et les numéros des figures se rapportent aux planches de ce volume.

La respiration s'effectue par des *trachées* dont les ouvertures, sous forme de *stigmates,* occupent différentes positions.

L'appareil nerveux est réduit à un ganglion cérébral et les organes des sens ne sont représentés que par deux petites masses rouges constituant les yeux.

Chez les Tétranyques et surtout chez les Tisserands on trouve un système glandulaire sur lequel le premier j'ai appelé l'attention. Il leur fournit le suc que ces Acariens étirent pour former les fils qui leur servent à construire les toiles-abris pour leurs œufs et leurs larves naissantes.

La structure des appareils mâle et femelle diffère peu dans les différentes espèces. Ce sont d'un côté des masses testiculaires dans lesquelles on trouve des spermatozoïdes sans flagellum, et d'un autre côté des ovaires d'où s'échappent les ovules, qui, dans la plupart des cas, ne mûrissent que l'un après l'autre. Une armure génitale existe dans les deux sexes et favorise une copulation en vertu de laquelle la fécondation est intérieure. Le produit de cette fécondation est un œuf d'où sort une larve presque toujours hexapode, quelquefois tétrapode seulement.

Dans l'une des formes de développement, la larve, après quelques mues, devient octopode et arrive ainsi à l'état adulte (voir p. 98 et suivante. Fig. 5, 95).

Mais dans les formes propres aux Phytocoptes il se produit un fait très-singulier et qui n'est pas l'un des points les moins intéressants de mon travail.

Au sortir de l'œuf la larve tétrapode est vermiforme; elle vit abritée dans ces productions qui sont dues à la piqûre des femelles et que l'on connaît en botanique sous le nom d'*Erineums.* Dans cet état elle pond des œufs en vertu de ce mode de reproduction parthénogénétique propre à quelques articulés. De ces œufs sortent des formes semblables et ainsi se multiplie la larve des Phytocoptes. Vers l'automne, ces larves quittent leur demeure et s'enkystent. Un nouveau travail embryogénique se produit, et dans le kyste se fait une forme hexapode qui éclôt au printemps pour devenir rapidement l'adulte à huit pieds.

J'ai eu le plaisir de voir ces faits, de connaissance tout à fait nouvelle, confirmés par des observations postérieures du savant professeur d'embryologie au Collége de France. M. Balbiani a pu, en effet, retrouver ces larves fécondes et les a examinées dans leur état parthénogénétique.

J'ai, par mes observations, ramené à leur juste valeur les nombreuses opinions émises précédemment sur l'acarus des Erineums, et je n'hésite pas à dire que, avec les quelques particularités dont j'ai cherché à donner une idée dans ce résumé rapide, ces faits embryogéniques sont l'un des points principaux de mon travail (Fig. 89, 90, 92, 93, 94, 115).

Enfin, le sixième chapitre est consacré à la zoologie descriptive de la famille des Tétranycidés.

Je ne puis en donner de meilleur résumé que le tableau suivant :

Tétranycidés

Corps ovalaire, bombé; sillon de la mue se montrant vers la partie antérieure entre les 2 paires de pattes antérieures et les 2 paires postérieures; rostre saillant, conique, les palpes labiaux en sont les pièces les plus volumineuses, les mâchoires, sont aciculaires; 2 yeux rouges latéro-antérieurs, pattes composées de 7 articles, le terminal pourvu de crochets bifides entourés par des ambulacres caronculés; longueur des pattes 4, 1, 3, 2; stigmates variables; mâles en général petits.

Erratils

Vivent en société sans construire de toiles; n'ont pas de demeures fixes; palpes en général peu développés.

Tenuipalpus

Palpes courtes et amincies; le 2e article des pattes très-étroit, le dernier portant 6 ambulacres.

- 3 espèces. *T. palmatus.* Poils étalés, en feuilles; corps discoïde, étranglé chez le mâle.
- » *spinosus* Poils longs et épineux.
- » *glaber* Poils courts, épineux et rares.

Brevipalpus

Palpes très-courts et ovoïdes; épistome saillant.

- 2 espèces. *B. obovatus* Corps très-ovoïde, atténué en arrière.
- » *pereger* Corps plus arrondi; rostre mince et allongé.

Tisserands

Glandes séricifères développées et sécrétant un liquide visqueux au moyen duquel ces acariens construisent la toile qui leur sert d'abri; les fils sont étirés par l'appareil buccal.

Distigmatus

2 gros stigmates latéro-antérieurs; appareil trachéen dédoublé et symétrique.

- 1 espèce. *D. pilosus* Corps ovoïde, couvert de poils sétiformes.

Tetranychus

Pattes terminées par 2 crochets doubles, entourés par 4 ambulacres; stigmate médian, palpes volumineux; mâles très-petits.

- 7 espèces. *T. major* Femelle très-grande, jaune-verdâtre; rostre volumineux.
- » *piger* Corps allongé; crochets des pattes courts; ne construit pas de toiles.
- » *minor* Femelle la plus petite du genre; corps bombé; verdâtre.
- » *longitarsis* Tarses très-longs; corps gros; vert-brun.
- » *plumistoma* Stigmate entouré de poils sétiformes; corps brun-verdâtre.
- » *telarius* Corps ovalaire bombé, brun-verdâtre; crochets des pattes forts; stigmate entouré de 4 poils cylindriques recourbés; construit une toile fournie; jaune verdâtre.
- » *rubescens* Rouge-brun; corps assez gros, élargi et bombé en avant.

Gallacares

Déterminent par leurs piqûres la formation des erineums et des galles érinéiformes; larve tétrapode, ovigère, asexuée, habitant ces erineums, se reproduisant dans cet état et s'enkystant pour se transformer ensuite en adultes sexués; ces derniers isolés, errants et vivant fort peu de temps.

Phytocoptes

Très-petit; corps jaune, pâle et transparent; palpes à un seul crochet; mâchoires courtes et fortes; larve ovigère allongée vermiforme, à 4 pieds antérieurs, à rostre court.

- 3 espèces. *P. epidermi* Rostre obtus, allongé; mâchoires courtes; pique l'épiderme et produit les erineums.
- » *gallarum* Rostre conique allongé; mâchoires longues; pique les parenchymes et produit les galles.
- » *nervorum* Rostre très-obtus, court, large à sa base; mâchoires moyennes; mandibules larges et courtes; pique à leur base les poils des angles des nervures et les fait hypertrophier.

Tels sont les faits principaux qui se dégagent de mes études et pour la connaissance détaillée desquels je renvoie à l'ouvrage que, par son généreux concours, l'Association m'a permis de publier convenablement.

EXPLICATION DES FIGURES (Pl. XIV et XV)

EXTRAITES DE L'OUVRAGE GÉNÉRAL

OBSERVATION : *Les numéros des figures sont ceux qu'elles portent dans l'ouvrage général. — Toutes les figures dont le grossissement est indiqué ont été dessinées à la chambre claire*

Fig. 5. — Larve du *Tenuipalpus palmatus* complétement développée (elle est à l'état de première larve hexapode (150 d.).

Fig. 11. — *Tenuipalpus palmatus* ♂ (150 d.).

Fig. 25. — Le corps entier du *Tenuipalpus spinosus,* pour montrer la disposition et la forme des pattes et des poils, le système nerveux, le commencement de l'appareil respiratoire et l'appareil femelle (275 d.).
A, appareil respiratoire montrant les trachées coupées par en bas et arrivant au stigmate médian entouré de deux poils.
B, appareil nerveux, la masse sus-œsophagienne au dessous de l'appareil respiratoire ; en *y* sont les yeux.
C, appareil de reproduction femelle : en *a,* le fond de l'ovaire ; en *b,* un œuf qui, développé, a soulevé la paroi de l'ovaire et paraît en dehors de l'appareil central ; *c,* l'oviducte ; *d,* la vulve.

Fig. 26. — L'appareil de reproduction mâle : *a,* masses testiculaires ; *b,* canaux déférents ; *c,* diverticulums ; *d,* pénis ; *e,* pénicules ; *e'* armure génitale externe.

Fig. 28. — La bouche : *a* et *a'* l'épistome relevé en *a'* ; *b,* les mandibules terminées par un crochet ; *c,* les mâchoires aciculaires ; *d,* la lèvre inférieure ; *e,* les palpes labiaux ; *f,* la ligule.

Fig. 31. — *Tenuipalpus glaber* ♀, vu par la face ventrale (150 d.).

Fig. 36. — Éclosion de l'adulte du *Tenuipalpus glaber :* la peau de la larve devenue octopode se fend suivant le sillon indiqué dans la figure précédente. La forme adulte sort de la peau larvaire desséchée comme d'un fourreau. La figure 36 est dessinée exactement à la chambre claire d'après une de mes préparations. On voit les pattes antérieures qui n'ont pas encore quitté leur fourreau (150 d.)

Fig. 52. — Appareil nerveux du *Brevipalpus pereger : a,* masse nerveuse sus-œsophagienne ; *b,* nerfs qui se rendent vers les organes buccaux ; *c,* nerfs optiques ; *d,* yeux.

Fig. 54. — *Distigmatus pilosus* ♀, vu par la face dorsale (60 d.).

Fig. 78. — Le corps entier de la femelle du *Tetranychus telarius* montrant en A l'appareil sécrifère des glandes spéciales, et en B les stries de la région génito-anale : *c,* la vulve. Le bord denté de l'épistome *e* est vu

par transparence, il appartient à la face supérieure. Le dessin est fait ici par la face ventrale (150 d.).

Fig. 80. — Une patte antérieure du *T. telarius :* les numéros 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, indiquent la valeur des articles ; les flèches indiquent le sens suivant lequel marchent dans les pattes les globules nutritifs ; sur les côtés les globules sont gros et bien formés ; dans le milieu ils constituent un cordon fin et granuleux ; sur les côtés sont des traits qui indiquent la direction des muscles : *a,* poil sétiforme du sixième article ; *b,* crochets terminaux ; *c,* poils cupulifères.

Fig. 83. — L'œuf du *T. telarius* après la formation du blastoderme et de la membrane blastodermique (275 d.).

Fig. 86. — Formation de l'embryon du *T. telarius : a,* rostre ; *b,* stigmate médian ; *c,* yeux ; *d,* pattes (275 d.).

Fig. 88. — La larve hexapode du *T. telarius* quelque temps après l'éclosion (150 d.).

Fig. 89. — Kyste du *Phytocoptes.* La première larve est enfermée dans le kyste ; le rostre tourné vers la partie inférieure qui est attachée par un court pédoncule. Le corps s'est raccourci et n'occupe pas en entier la cavité du kyste (350 d).

Fig. 90. — Kyste renfermant la larve hexapode et montrant le sillon de rupture (350 d.).

Fig. 92. — Kyste du *Phytocoptes epidermi* où s'enferme la première larve (150 d.).

Fig. 93. — Le kyste précédent au moment où il s'ouvre pour l'éclosion (150 d.)

Fig. 94. — Larve de *Phytocoptes :* première larve tétrapode, forme des érinéums, ancien genre *Phytoptus* (150 d.).

Fig. 95. — Deuxième larve : larve hexapode (150 d.).

Fig. 96. — *Phytocoptes epidermi* ♂, vu par le dos (150 d.).

Fig. 97. — *Phytocoptes epidermi* ♀, vu par le dos (150 d.).

Fig. 103. — La bouche du *Phytocoptes nervorum : a,* épistome ; *b,* mandibules ; *c,* mâchoires aciculaires ; *d,* lèvre inférieure ; *e,* palpes ; *f,* ligule ; *g,* glande spéciale.

Fig. 107. — L'œuf du *Phytocoptes gallarum* au moment où le cumulus embryogène se forme autour de la vésicule embryogène et devient le blastème générateur (500 d.).

Fig. 108. — *Fig. 109.* — *Fig. 110.* — L'œuf pendant les phénomènes relatifs à la constitution du blastoderme et à la formation de la membrane blastodermique (500 d.).

Fig. 114. — Développement successif de la larve du *P. gallarum* dans l'intérieur de l'œuf (500 d.).

Fig. 115. — Larve du *Phytocoptes gallarum.* Première larve tétrapode, ancien genre *Phytoptus* (350 d.).

11e Section

ANTHROPOLOGIE

PRÉSIDENT..... M. G. DE MORTILLET, Sous-Directeur du Musée des antiquités nationales, à Saint-Germain-en-Laye.

VICE-PRÉSIDENT..... M. CARTAILHAC, Directeur de la *Revue* « matériaux ».

SECRÉTAIRE..... M. le Dr COLLINEAU.

VICE-SECRÉTAIRE.... M. MAUFRAS.

M. GUSTAVE LAGNEAU

ETHNOGÉNIE DES POPULATIONS DU NORD-OUEST DE LA FRANCE (1)

— Séance du 20 août 1875. —

Quoique par sa situation géographique à l'occident de l'ancien continent, la région du nord-ouest de la France comprise entre la mer, la Seine et la Loire, ait dû être plus à l'abri des invasions que les régions plus orientales de notre pays, plusieurs peuples différents ont néanmoins concouru à l'ethnogénie de la population de l'ancienne Armorique.

Parmi les ossements humains des temps préhistoriques, recueillis dans cette région, les uns sont petits et brachycéphales, comme ceux du dolmen de Marly (2), les autres sont grands, volumineux et brachycéphales, comme l'un de ceux trouvés par M. Robert sous le dolmen de Meudon (3); enfin plusieurs autres sont dolichocéphales, comme l'autre crâne de ce dolmen, comme celui recueilli par M. Beaune sous un dolmen voisin de Saint-Germain (4), et surtout comme le très-remarquable crâne à indice céphalique seulement de $\frac{69}{100}$ extrait par

(1) Mémoire publié in extenso dans : *Revue d'anthropologie*, dirigée par M. Broca, T. V, 1876.

(2) Pruner-Bey : Bull. de la Société d'anthropologie. T. II, p. 651. 1861 : voir T. III, p. 321, note rectificative, 1862.

(3) Broca : Moules des crânes du dolmen de Meudon : Bull. de la Soc. d'Anthrop. T. III, p. 320-322, 1862.

(4) Broca : Crâne de l'Age de pierre : Bull. de la Soc. d'anthrop. 2e série, T. I, p. 469, 1866.

M. le docteur de Closmadeuc, du coffre de pierre du *Mane-Beker-nos* ou Butte du Crieur de nuit dans la presqu'île de Quiberon (1).

Malgré le faible nombre de ces pièces ostéologiques, elles permettent de reconnaître qu'à l'époque des monuments mégalithiques, à l'époque de la pierre polie, au moins trois races distinctes, deux brachycéphales, une dolichocéphale se trouvaient occuper la vaste région comprise entre la Seine, la mer et la Loire. Quelles étaient ces trois races?

Les plus anciens documents historiques nous montrent le nord-ouest de l'Europe occupé par les Ibéro-Ligures et les Celtes.

La présence des Ligures nous est signalée par Festus Avienus au nord des îles Æstrymnides, riches en étain, c'est-à-dire au nord des îles Cassitérides, actuellement les îles Sorlingues (2), que Denys le Périégète (3), Priscianus (4) et Festus Avienus (5) lui-même disent être possédées par les enfants des riches Ibères. Tacite (6) et Jornandès (7) avaient également cru devoir rattacher ethnologiquement les Silures, anciens habitants de la partie occidentale de l'Angleterre, remarquables par leur teint coloré et leurs cheveux bouclés, noirs dès l'enfance, aux Ibères d'Hispanie, l'Espagne actuelle.

Mais outre ces îles habitées par des Ligures et des Ibères, sur le continent, Artémidore (8), géographe, qui vivait un siècle avant notre ère, ainsi qu'Eustathe, de Constantinople (9), semblent indiquer les bords de la Loire Λίγυρος comme ayant été anciennement habités par les Ligures, qui auraient conservé le nom de ce fleuve. Enfin, certaines triades galloises mentionnent un peuple LLOEGRWYS, qui étant venu se fixer dans la partie orientale de la grande île plus tard appelée Angleterre, aurait été originaire du pays de GWAS GWYN (10), vraisemblablement celui de GWYNET ou GWENED, le pays de Vannes actuel (11).

(1) De Closmadeuc : Crâne de l'âge de pierre de Quiberon : Bull. de la Soc. d'anthrop. T. VI, p. 74-78, 1865.

(2) Rufus Festus Avienus : *Oræ maritimæ*, vers 125-132, p. 112 du texte et trad. de Despois et Saviot : Bibliothèque latine-française, 2e série, Panckoucke, 1843, voir aussi p. 110.

(3) Denys le Périégète : vers 563-64, texte et trad. lat. p. 140, coll. Didot.

(4) Priscianus : Périégète, vers 575-6, coll. des auteurs grecs de Didot, à la suite de Denys le Périégète.

(5) Festus Avienus; *Descriptio Orbis terræ*, vers 742-4, p. 183, collection des auteurs grecs de Didot, à la suite de Denys le Périégète.

(6) Tacite ; Agricolæ vita, XI.

(7) Jornandès : De Getarum sive Gothorum origine, l. I, cap. II, p. 425, coll. Nisard, éd. Dubochet.

(8) Artémidore, cité par : Stéphane de Bysance : ethnicorum supersunt recens. A Meinekii. Berolini, T. I, p. 416. 1849.

(9) Eustathe : Commentaires sur Denys le Périégète, à la suite de cet auteur : Coll. grecque-latine de Didot, p. 231, sur le vers 76.

(10) *The Myvyrian Archaiology of Wales*, 1801, voir aussi T. II, p. 15, tr. LXVII, p. 17 tr. LXXIX, etc., etc.

(11) Voir relativement à cette terre de Gwasgwyn : Aurélien de Courson : *Histoire des origines et des institutions de la Gaule armoricaine*... p. 16-18, Saint-Brieuc, 1843.

Ce serait des descendants de ces Ligures ou Ibéro-Ligures, paraissant avoir constitué plutôt des colonies qu'une strate ethnique continue, ce serait également de quelques colons basques ou espagnols ayant émigré vers cette région nord-ouest de notre pays, à des époques moins reculées, que paraîtraient provenir certains habitants de l'île de Bréhat, du département des Côtes-du-Nord, de Granville. Dans ce département, M. Guibert, de Saint-Brieuc, par ses recherches statistiques, en constatant que les habitants de la partie sud-ouest se font remarquer par un indice céphalique moyen de 83, par une taille généralement peu élevée, par une chevelure de couleur foncée, est porté à attribuer une grande influence au sang ibéro-ligure sur la population (1). Quant à certains habitants de l'île de Bréhat et de Granville, MM. Baude (2) et de Quatrefages (3), en remarquant leurs grands yeux, leurs cheveux noirs, leur délicatesse de traits, leur élégance de formes, ont également été amenés à admettre leur origine méridionale, basque et espagnole.

Si l'on tient compte, d'une part des recherches craniométriques de MM. Nicolucci (4), Carl Vogt (5) et Pruner Bey (6) sur d'anciens habitants de la Ligurie, c'est-à-dire de la région nord-ouest de l'Italie et sud-est de la France ; d'autre part, des descriptions données par MM. Lunemann (7), de Quatrefages (8), Elisée Reclus (9), des Basques, généralement considérés comme les représentants les moins mêlés des Ibères, ainsi que des remarques de M. Magitot, sur les dents (10), et de M. Duchenne, de Boulogne, sur les courbures rachidiennes de certaines Espagnoles de race ibérienne (11), la caractéristique anthropologique

(1) Guibert : Ethnologie armoricaine. A quelles races appartiennent les habitants des Côtes-du-Nord : Extrait des mémoires du congrès celtique international, octobre 1867, Saint-Brieuc, 1868, et Bull. de la Soc. d'anthrop. 2e série, T. V, p. 252-265, 1870. — Sur l'anthropologie du département des Côtes-du-Nord, Saint-Brieuc, 1864.

(2) Baude : *Revue des Deux-Mondes*, 15 septembre 1852, p. 1057.

(3) De Quatrefages : Souvenirs d'un naturaliste, T. I, p. 99-100, 2 vol. 1854. — *Revue des Deux-Mondes*, 15 mars 1850, p. 1083. — Bull. de la Soc. d'anthrop. T. II, p. 407, 16 mai 1861.

(4) Nicolucci : Deux crânes anciens du type ligure : Bulletin de la Soc. d'anthrop. T. VI, p. 259, 1865. La Stirpe Ligure in Italia ne' tempori antichi e moderni. Napoli, 1864.

(5) Carl Vogt : Crânes antiques trouvés en Italie : Bull. de la Soc. d'anthrop., 2e sér. T. IV, p. 88, 1866.

(6) Pruner Bey : Sur les crânes basques et ligures : Bull. de la Soc. d'anthrop., T. I, p. 33, T. V, p. 413 ; T. VI, p. 190-458 ; 2e série, T. I, p. 442, T. II, p. 10, etc.

(7) Lunemann : Voyage dans les Pyrénées, le pays des Basques, ext. dans : *Nouvelles annales des Voyages*, 2e série, T. XIX, p. 30 et suiv. 1831.

(8) De Quatrefages : Souvenirs d'un naturaliste, T. I, p. 243, 1854.

(9) Elisée Reclus : Les Basques, un peuple qui s'en va : *Revue des Deux-Mondes*, p. 313, 15 mars, 1867.

(10) Magitot : Bull. de la Soc. d'anthrop., 2e sér., T. IV, p. 122, 1869.

(11) Duchenne de Boulogne : Etude physiologique sur la courbure lombo-sacrée, et l'inclinaison du bassin pendant la station verticale : Archives générales de médecine, novembre 1866, p. 534 et suiv., et Bull. de la Soc. d'anthrop., 2e sér. T. I, p. 633, 1866.

de la race ibéro-ligure semble pouvoir se résumer ainsi : crâne brachycéphale, peu volumineux, à sutures simples, arrondi, à diamètre vertical et bi-mastoïdien relativement considérable, à occiput large, sans protubérance occipitale, à apophyses mastoïdes peu développées, à arcades zygomatiques larges, à région frontale peu large, mais avec bosses frontales saillantes ; face large et peu haute, à orbites larges, à os malaires assez saillants, à maxillaires peu élevés, à dents extrêmement petites ; os généralement de petites dimensions, en rapport avec une stature peu élevée ; fosse olécranienne de l'humérus souvent perforée ; fémur peu volumineux, courbé dans le sens antéro-postérieur, à col court, assez incliné ; cheveux noirs, bouclés, roides, yeux bruns, grands, vifs, expressifs ; teint plus ou moins basané ; nez presque droit, faisant suite au front ; bouche bien dessinée, menton court mais peu large, cou et épaules bien développés, poitrine convexe dans sa partie antéro-supérieure ; incurvations rachidiennes alternatives très-prononcées, membres forts, bien proportionnés ; mains et pieds petits ; agilité, souplesse, etc.

La présence des Celtes dans le nord-ouest de l'Europe paraît être très-ancienne, quoique l'antériorité des Ibéro-Ligures dans cette région puisse être inférée du passage de Festus Avienus, montrant les Celtes ayant dépeuplé une contrée voisine des îles Æstrymnides, dans laquelle s'étaient fixés des Ligures (1). En tout cas, la plupart des auteurs anciens, avec Pline (2), désignent sous le nom de celtique la région comprise non-seulement entre la Seine et la Loire, mais aussi entre ce fleuve et la Garonne.

Les anthropologistes, ayant cherché à déterminer la caractéristique ethnique des Celtes, en étudiant les populations actuelles de l'ancienne Celtique, ont porté particulièrement leur attention sur les habitants de l'ancienne Armorique, où se parle encore un dialecte celtique, le breizad, divisé en quatre sous-dialectes. De même que M. Vincent, dans le département de la Creuse (3), M. Beddoe, dans celui du Calvados (4), M. Guibert, dans celui des Côtes-du-Nord (5), ont reconnu que la plupart des habitants se faisaient remarquer par leurs cheveux de couleur foncée et par leurs yeux gris ou neutres. Les nombreuses mensurations céphaliques et craniométriques prises par ce dernier obser-

(1) Festus Avienus : *Oræ maritimæ*, vers 125-132, l. c.

(2) Pline : Hist. nat., t. I, l. IV, cap. XXXI, p. 203, texte et trad. de Littré, coll. Nisard, éd. Dubochet.

(3) Vincent : Etudes anthropologiques sur le département de la Creuse : Bull. de la Société des sciences naturelles et archéologiques de la Creuse, p. 14, 20, Guéret, 1865.

(4) Beddoe : Recherches sur la coloration des yeux et des cheveux : Bull. de la Soc. d'Anthrop., t. VI., p. 507-511, 1865; voir aussi : Tableau 5 du Mémoire de M. Guibert : Ethnologie armoricaine, 1867, Saint-Brieuc.

(5) Guibert : Ethnol. armoricaine, oct. 1867, Saint-Brieuc, 1868.

vateur et par M. Guiche sur de jeunes conscrits des Côtes-du-Nord, et surtout par M. Broca, sur des ossements recueillis en Auvergne et en Bretagne (1), ont permis de reconnaître que les descendants des Celtes présentent une brachycéphalie considérable, quoique moindre que celle des Ligures, dont le crâne paraît moins volumineux.

Les recherches statistiques de Boudin et de M. Broca sur la répartition des exemptions du service militaire pour défaut de taille (2), et sur celles des recrues de haute stature de 1m73, taille de cuirassiers (3), ainsi que les recherches statistiques de M. Bertillon sur la natalité et la mortalité (4), et les miennes sur la répartition de certaines infirmités (5), ont montré que ces descendants des Celtes étaient en général de petite taille, offraient peu d'infirmités, enfin que leur natalité et leur mortalité étaient considérables.

Ces résultats sont plus ou moins confirmatifs et complémentaires des descriptions que Bory de Saint-Vincent (6), Desmoulins (7), M. Périer (8), et maints autres ethnographes ont données de la race celtique, dont la caractéristique ethnique semble pouvoir se résumer ainsi : crâne volumineux, brachycéphale ou sous-brachycéphale, à région antérieure large et saillante, à diamètre vertical considérable ; face large, os courts, en rapport avec une taille peu élevée. — Cheveux châtains, bruns, droits, yeux à iris gris ; dépression naso-frontale considérable, visage arrondi, menton rond, assez large ; teint frais et coloré, cou assez court, épaules larges, horizontalement placées ; poitrine large et développée ; courbes rachidienne, cervicale, dorsale et lombaire peu prononcées ; membres bien musclés ; conformation un peu trapue ; système pileux très-développé.

Plusieurs auteurs anciens, outre les Celtes, signalent dans la région maritime comprise entre la Seine et la Loire des Galls, Galates et des Belges. Diodore de Sicile, qui distingue complétement les Celtes des

(1) Broca : La Race celtique ancienne et moderne : Revue d'Anthrop., t. II, p. 577-628, 1873.

(2) Broca : Recherches sur l'Ethnologie de la France, et nouvelles recherches sur l'Anthropologie de la France en général et de la Basse-Bretagne en particulier : Mémoire de la Société d'Anthrop., t. I, p. 1-56 ; t. III, p. 147-209 ; et Bull. de la Société d'Anthrop., t. I, p. 6-15, et 2e sér., t. I, p. 700-2.

(3) Boudin : De l'accroissement de la taille en France : Mém. de la Société d'Anthrop., t. II, p. 229, etc., et Etudes ethnologiques sur la taille : Recueil de Mémoires de méd. et de chirurg. militaires, 1863, etc.

(4) Bertillon : Bull. de la Soc. d'Anthrop., t. I, p. 181, 1860 ; t. II, p. 662, 1861 ; et 2e sér., t. X, p. 80, 1875 ; ainsi que : Démographie figurée.

(5) G. Lagneau : Quelques remarques ethnologiques sur la répartition de certaines infirmités en France ; Mémoires de l'Acad. de médecine, t. XXIX, 1871.

(6) Bory de Saint-Vincent : L'homme ou essai zoologique sur le genre humain, t. I, p. 120, Paris, 1827, in-12.

(7) A. Desmoulins : Histoire naturelle des races humaines, sér. 1re, p. 136, Paris.

(8) J.-N. Périer : Les vrais Celtes sont les vrais Gaulois : Bull. de la Soc. d'Anthrop., 21 juillet 1864, t. V, p. 590-624.

Galates, qu'il considère comme se rattachant aux Kimmériens, plus tard appelés Cimbres, dit que les Celtes habitent au nord de Marseille, dans l'intérieur des terres, et que les Galates occupent au delà de la Celtique les pays maritimes s'étendant de l'Océan aux monts Hercyniens, actuellement les montagnes du Hartz, jusqu'à la Scythie, maintenant la Russie (1).

Strabon dit que les Belges s'étendent le long de la mer, du Rhin jusqu'à la Loire. Aussi range-t-il les Venètes, anciens habitants des environs de WUENET, Vannes, parmi les Belges parocéaniques (2). Relativement à ces Venètes en particulier, ainsi que le pense M. Henri Martin (3), certains passages de Strabon (4), de Caton et Pline (5) semblent autoriser à se demander s'ils n'étaient pas des Énètes, très-anciennement venus d'Asie-Mineure, soit avec des Kimmériens, habitant au nord du Pont-Euxin ; soit en passant par la Troade, la Thrace et la Vénétie, dont les habitants, selon Polybe, avaient les mœurs et les coutumes des Celtes, quoiqu'en différant par le langage (6).

Quant aux Galates-Kimmériens, Diodore de Sicile (7) leur assigne comme caractères anthropologiques des cheveux blancs dans l'enfance, blonds à l'âge adulte, une carnation molle, une peau blanche, une taille élevée, caractères identiques à ceux que Tacite (8) et maints autres auteurs disent être présentés par les Germains.

Peut-être doit-on attribuer à ces immigrants Galates, Kimmériens ou Belges blonds, de haute stature, l'élévation de la taille signalée par M. Broca, dans ses recherches statistiques sur les exemptions du service militaire pour défaut de taille, non-seulement chez les jeunes hommes de nos départements du nord-est de la France, mais aussi chez ceux de la plupart des cantons maritimes de notre Bretagne (9).

Parmi les nombreux peuples compris entre la Seine, la Loire et la

(1) Diodore de Sicile : L. V, ch. XXXII, p. 273, texte et trad. lat. de Dindorf et Muller, coll. Didot.

(2) Strabon : Géog., l. IV, cap. IV, s. 1 et 3, p. 162-3, texte et trad. lat., Muller et Dubner, coll. Didot.

(3) Henri Martin : Bull. de la Soc. d'Anthrop., t. VI, p. 373, 15 juin 1865. — Congrès d'Anthrop. et d'archéol. préhist. de Paris en 1867, p. 302, etc.

(4) Strabon : Géog., l. V, cap. 1, § 4 ; l. XII, cap. III, § 8 et 25, p. 465 et 473; l. XIII, cap. 1, § 53, p. 530.

(5) Pline : Hist. nat., l. III, cap. XXIII, et l. IV, cap. II, p. 176 et 238,

(6) Polyb : Hist., l. II, chap. XVII, p. 80, coll. Didot.

(7) Diodore de Sicile: l. V, ch. XXVIII et ch. XXXII, p. 273, texte et trad. de Muller et Dindorf, coll. Didot.

(8) Tacite: *De Moribus Germanorum*, IV.

(9) Broca : Recherches sur l'ethnologie de la France, et nouvelles recherches sur l'anthropologie de la France en général, et de la Basse-Bretagne en particulier ; 21 juillet 1859 et 29 décembre 1868 : *Mémoires de la soc. d'anthrop.*, t. I, p. 1-56, 1860; et t. III, p. 147-209, 1869.

mer, parmi ces Venètes, Osismiens, Curiosolites, Abrincates, Unelles, Baiocasses, Viducasses, Veneliocasses, Samnites, Namnètes, Andegaves, Turons, Lemovices, Rhedons, Aulercs Diablintes, Aulercs Cenomans, Aulercs Eburons, Lexoviens, Carnutes, Parisiens, etc., il est fort difficile de déterminer ceux qui étaient de race celtique, et ceux qui, immigrés du nord-est, doivent être considérés comme des Galates-Kimmériens, comme des Belges-Germains. Toutefois, on semble au moins pouvoir suivre le mouvement migratoire et la fragmentation de certains peuples, en particulier des Aulercs. En parcourant les commentaires de César, on peut remarquer la proximité des Ambivarites et des Eburons, anciens habitants des bords de l'Escaut et de la Meuse, l'éloignement peu considérable des Ambibares et d'autres Eburons, tribu des Aulercs, anciens habitants des environs d'Avranches et d'Evreux, enfin le voisinage des Ambarres et des Ambivaretes, qui ont laissé leurs noms à Ambérieux, à Ambutrix sur les bords de la Saône, et des Aulercs Brannovics paraissant également habiter sur les bords de cette rivière auprès des Eduens (1). D'ailleurs, ces Aulercs, dont une tribu, celle des Eburons, paraissait avoir laissé une partie des siens au nord-est de la Gaule-Belgique, outre les trois tribus des Aulercs Eburons, des Aulercs Diablintes et des Aulercs Cenomans habitant au nord de la Loire, auprès de *Mediolanum, Nœodunum* et *Suindinum,* actuellement Evreux, Jublains et le Mans, outre celle des Aulercs Brannovics des bords de la Saône, non-seulement avaient envoyé quelques Aulercs dans le nord de l'Italie, lors du passage au delà des Alpes d'autres émigrants transalpins (2), mais aussi avaient envoyé des Cenomans près de Marseille, sur la rive occidentale du Rhône, ainsi que le rappellent Caton et Pline (3) ; Cenomans qui, franchissant également les Alpes, ainsi que le dit Tite Live, étaient venus se fixer dans la Haute-Italie, autour de *Brixia* Brescia et de Verona (4).

Certaines homonymies semblent révéler les migrations de plusieurs autres peuplades armoricaines, mais il importe bien davantage de parler des Brètons, dont les migrations intéressent tout particulièrement l'ethnogénie du nord-ouest de notre pays. Selon Denys le Périégète, les Bretons βρεταvοὶ auraient anciennement habité les montagnes de la forêt Hercynienne, les montagnes du Hartz (5), d'où ils se seraient rendus sur notre littoral septentrional, où Pline rappelle leur pré-

(1) César : *De Bello Gallico*, l. IV, cap. IX ; l. V, cap. XXIV ; l. VI, cap. XXXII et suivants, l. VII, cap. LXXV, etc.

(2) Tite Live : *Hist.*, l. V, cap. XXXIV, p. 132 du t. III, de texte et trad. de Dureau de La Malle et Noël.

(3) Pline : *Hist. nat.*, l. III, cap. XXIII, p. 176, coll. Nisard, éd. Dubochet.

(4) Tite Live : *Hist.*, l. V, cap. XXXV.

(5) Denys le Périégète : vers 284-6. *Geographi Græci minores*, t. II, p. 117, coll. Didot.

sence à côté des Ambianiens et des Bellovacs, anciens habitants des environs d'Amiens et de Beauvais (1). De cette région maritime, qui, à l'époque romaine, paraît avoir été comprise sous la dénomination de *Tractus Armoricanus,* Bède le Vénérable nous les montre passant et s'établissant dans la partie méridionale de l'île à laquelle ils donnèrent le nom de Bretagne (2), île antérieurement appelée Albion Αλονίων, comme le rappelle Ptolémée (3).

Dès cette époque reculée, vraisemblablement par la prépotence que surent acquérir les Bretons sur les autres insulaires, la dénomination générale de Bretons devint celle de tous les habitants, qu'ils fussent les descendants des émigrés continentaux ou qu'ils descendissent des anciens occupants de l'île, la plupart de race celtique.

Bien des siècles plus tard, successivement, de nombreux émigrants quittèrent la *Brittania,* la Bretagne insulaire, pour se porter sur notre littoral. Si, ainsi que l'indique Guillaume de Malmesbury, quelques Bretons insulaires vinrent se fixer dans la partie occidentale des Gaules dès l'année 306 après J.-C., dès le commencement du IVe siècle, à l'époque de Constantin le Grand (4), la plupart y cherchèrent un refuge à partir des invasions des Saxons dans l'île de Bretagne, c'est-à-dire à partir de la deuxième moitié du Ve siècle. Gilda le Sage (5), Ermold Nigell (6), Ingomar (7), et bien d'autres chroniqueurs ont conservé le souvenir des transmigrations qui eurent lieu successivement pendant plusieurs siècles de cette île dans notre Armorique, depuis appelée Bretagne. Ces immigrants bretons étaient vraisemblablement, en partie, de race celtique comme les Armoricains, car Hipparque donne aux Celtes les pays septentrionaux que Strabon dit appartenir aux Bretons (8); pareillement, Pomponius Mela regarde les îles Cassitérides comme appartenant aux Celtes (9). Mais cependant bon nombre de ces insulaires, comme les Bretons venus des montagnes du Hartz et de notre littoral nord-est, étaient probablement de sang belge ou germanique, car César,

(1) Pline : *Hist. nat.* l. IV, cap. XXXI, p. 252-3.

(2) Bède : *Ecclesiasticæ historiæ gentis Anglorum libri quinque,* l. I, cap. I, p. 2, *Antuerpiæ,* 1550.

(3) Ptolémée : *Géograp.* l. II, cap. 2, p. 104, éd. de Wilberg.

(4) Villielmi, monachi Malmesburiensis : *De gestis Regum Anglorum libri V :* l., cap. I, p. 2-3, 1601.

(5) Gildæ Sapientis : *De excidio et conquestu Britanniæ epistola ; in Rerum Britannicarum scriptores vetustiores*, p. 120, XXV, in-fol. Heidelberg, 1687.

(6) Ermoldi Nigelli : *Carmina de rebus gestis vit. Lud. pii,* l. III, vers 11-12, p. 38 du t. VI de *Rerum Gallicarum et francicarum scriptores,* de Dom. Mart. Bouquet.

(7) Ingomar, chroniqueur du XIe siècle, cité par Pierre Le Baud : *Histoire de Bretagne,* 1638. Paris, in-fol.

(8) Strabon : l. II, cap. 1, § 18, *Prolégomènes,* p. 62, coll. Didot.

(9) Pomponius Mela : *De situ orbis,* l. III, cap. VI, p. 652, texte et trad. coll. Nisard, éd. Dubochet.

qui regardait la plupart des peuples de la Gaule-Belgique comme d'origine germanique (1), disait que la partie méridionale de l'île de Bretagne était peuplée de Belges venus du continent (2). Les insulaires bretons qui vinrent s'établir en Armorique devaient donc présenter une assez grande proportion d'hommes de haute stature de race belge-germanique. Or, ainsi que je l'ai déjà rappelé à propos des immigrants galates, M. Broca, en parcourant le littoral septentrional de notre Bretagne, et en faisant des recherches statistiques sur la répartition cantonale des exemptions du service militaire pour défaut de taille, a justement reconnu que les cantons maritimes, ceux principalement occupés par les descendants des Bretons insulaires, présentent moins d'exemptés pour défaut de taille que les cantons du centre, où le sang armoricain=celtique paraît s'être moins mêlé (3). Pareillement, MM. Guibert et Guiche, par leurs recherches statistiques spéciales au département des Côtes-du-Nord, ont montré que les habitants du littoral sont plus grands et moins brachycéphales que ceux de l'intérieur, et que les premiers ont les cheveux, voire même les yeux, de couleurs moins foncées que les seconds ; différences proportionnelles qui, toutefois, ne sont pas énormes, vu la coexistence dans la région maritime des descendants des anciens occupants de race celtique (4). M. Broca a même constaté que la sous-brachycéphalie des Bretons-Gallots était un peu plus considérable que celle des Bretons-Bretonnants ou Bas-Bretons (5).

Les habitants des cantons maritimes présentent donc encore des caractères anthropologiques différentiels, en partie attribuables aux immigrés Galates et aux immigrés Bretons insulaires.

Bien avant les dernières transmigrations bretonnes, des Alains, des Frisons, des Saxons étaient déjà établis sur divers points de la région nord-ouest de notre pays.

Vers 447, des Alains commandés par Eocarich, selon Prosper Tiron (6), Constance (7) et Heric (8), occupaient l'Armorique, qu'Aëtius

(1) César : *De bello Gallico*, l. II, cap. IV.

(2) César : *De bello Gallico*, l. V, cap. XII.

(3) Broca : *Bull. de la Soc. d'anthrop.*, t. 2, p. 413-5, 1861. — Nouvelles recherches sur l'anthropologie de la France en général, et de la Basse-Bretagne en particulier : *Mém. de la soc. d'anthrop.*, t. 3, p. 147-209. 1869. Recherches sur l'ethnologie de la Basse-Bretagne : *Bull. de la soc. d'anthrop.*, 2e sér., t. 1, p. 700, etc., 1866.

(4) Guibert : Ethnologie armoricaine, octobre 1867, St-Brieuc, 1868.

(5) Broca : La race celtique ancienne et moderne : Arvernes et Armoricains; Auvergnats et Bretons : *Revue d'anthrop.* t. II, p. 557-628, 1873.

(6) Prosper Tiron : *Chronicon.* Théodose, XIX, in : *Antiquæ lectiones Henrici Canisii*, t. I, p. 172, 1601, Ingolstadii.

(7) Constantius Presbyter : *Vita sancti Germani, episc. antissiodorensis, scripta circa an. Chr.* 488, apud Bolandianos, XXXI julii : *Recueil des Historiens des Gaules et de la France*, de Dom Martin Bouquet, t. I, p. 643, in-fol.

(8) Hericus : Vita sancti Germani : *Recueil des Hist. des Gaules*, de D. Mart. Bouquet, t. I, p. 643, en note.

leur avait livrée pour en prévenir la rébellion. En 451, d'après Jornandès (1), Sangiban, leur chef, proposa à Attila de lui livrer *Aureliana,* Orléans.

Ammien Marcellin dit que presque tous les Alains étaient grands et beaux; que leurs cheveux étaient modérément blonds, et que leur regard était martial sans être féroce (2).

Des Frisons paraissent avoir occupé la Domnonée, la partie septentrionale de l'Armorique, vers la fin du Ve siècle, à la mort d'Hoël le Grand, vers 472. Suivant certain passage rapporté par Le Baud, ils auraient été chassés par Ruinall et ses Bretons insulaires, au commencement du VIe siècle, vers 513 (3).

Suivant Eutrope (4) et Orose (5), dès la fin du IIIe siècle, dès 286, les Saxons infestaient notre littoral. Plus tard, vers la fin du Ve siècle, ils occupaient les îles de la Loire et plusieurs grandes villes situées sur les bords de ce fleuve. Mais, selon Grégoire de Tours, Odoacre, leur chef, maître d'Angers et d'Orléans, à la suite de combats avec les Romains et les Francks de Childéric, aurait été expulsé de scs îles (6). Cette expulsion n'empêcha pas les Saxons de remonter ce fleuve sur leurs légers navires, à diverses époques ultérieures. Selon Dom Lobineau (7) et l'abbé Travers (8), des Saxons, sous la conduite de Marcil Chilon, après avoir assiégé Nantes, s'y seraient fixés, et auraient été convertis au christianisme par saint Félix, évêque de cette ville. Fortunatus (9) et Grégoire de Tours (10), parlent de cette conversion des Saxons armoricains et de leur chef Chillon. Selon plusieurs écrivains (11), à cette conversion des Saxons de Nantes, se rapporterait également celle d'autres Saxons, qui longtemps auparavant se seraient

(1) Jornandès : *De Getarum sive Gothorum origine et rebus gestis,* cap. XXXVII et XLIII, p. 457 et 461, coll. Nisard, éd. Dubochet.

(2) Ammien Marcellin : *Rerum gestarum quæ de XXXI supersunt,* l. XXXI, cap. II, p. 349, coll. Nisard, éd. Dubochet.

(3) Pierre Le Baud : *Histoire de Bretagne,* ch. IX, p. 63-5, in-fol. Paris, 1838.

(4) Eutrope : *Breviarium Historiæ Romanæ,* l. IX, cap. 21, ann. Chr. 286, p. 235, Londini, 1821, ou p. 576. Ed. Lugduni, 1552, ext. dans D. Mart. Bouquet : *Rec. des Hist. des Gaules*, t. I, p. 572.

(5) Orose : *Hist.* l. VII, cap. 25, éd. Coloniæ, 1561, ext. dans D. Mart. Bouquet, l. c., t. I, p. 597.

(6) Grégoire de Tours : *Historia ecclesiastica Francorum,* l. II, cap. XVIII, p. 182, du texte et trad. de Guadet et Taranne, 1836.

(7) Dom Gui Alexis Lobineau : *Histoire de Bretagne,* t. I, p. 9-12, Paris, 1707, in-fol.

(8) Travers : *Histoire de Nantes,* t. I, p. 53, avec annotation de Savagner, 3 vol. 1836-41.

(9) Ven. Hon. Clem. Fortunatus : *Opera omnia,* l. III, cap. IX, p. 91, et l. III, cap. IV. Ad Felicem, p. 76 du t. I, rec. de Michaelis Angeli Luchi, 2 vol. Romæ, 1786.

(10) Grégoire de Tours : *Gesta Martyrum,* l. I, rapporté par Dom Martin Bouquet : *Recueil des Hist. des Gaules,* t. II, p. 465.

(11) Voir : Abbé Travers : *Histoire de Nantes,* t. I, p. 38, etc.— Caillo : *Notes sur le Croisic,* p. 9, 1842, etc.

établis dans l'ancienne île ou presqu'île de Batz, dont un village, *Vicus Cruciatus*, le Croisic, aurait dès lors, par son nom, rappelé cet acte religieux.

Sans pouvoir préciser l'époque de l'arrivée de ces Saxons dans cette presqu'île de Batz ou du Croisic, on peut remarquer que la notice des Dignités de l'Empire d'Occident mentionne un tribun de cohorte fixé en Armorique, sur le littoral Saxon, à *Grannona* (1), plus tard appelée *Aula Quiriaca,* actuellement Guérande, du nom de Warock, QUERECK ou *Quiriac,* chef breton du comté de Vannes. Cette population belle et saine du Bourg de Batz, souvent signalée comme distincte des habitants des localités du voisinage, par ses mœurs, ses costumes, ses occupations, a été l'objet de la part de M. Aug. Voisin, d'une étude tendant à prouver la parfaite innocuité des unions consanguines, quand les conjoints n'ont aucune affection héréditairement transmissible (2).

Outre l'établissement insuffisamment démontré des Saxons dans la presqu'île de Batz, d'autres immigrants saxons seraient également venus s'établir, en grand nombre, dans le pays des Baiocasses, dans le Bessin actuel, auprès de Bayeux. Ce sont ces Saxons-Baiocasses que Grégoire de Tours signale, à plusieurs reprises, dans la guerre qui eut lieu au VI^e^ siècle, entre les Francks de Frédégonde et les Bretons de Warock (3). Selon l'abbé De la Rue (4), ce serait vers cette même région maritime du Bessin, que plus tard Charlemagne aurait fait transporter les Saxons transalbiens mentionnés par Eginhard (5). Les dénominations d'*Otlingua Saxonia* et d'*Autlingua Saxoniæ* données à partir du IX^e^ siècle, dans les capitulaires (6) et autres actes, à un petit canton, situé vraisemblablement entre la Dive et l'Orne, auraient servi à désigner le pays occupé par ces Saxons vaincus et transportés.

Selon Sidoine Apollinaire, les Saxons paraîtraient avoir eu les yeux

(1) *Notitia Dignitatum in partibus orientis et occidentis,* cap. XXXVI, p. 106 de l'éd. d'Edward Boëking, 1839-1853.

(2) Auguste Voisin : Contributions à l'histoire des mariages entre consanguins : Étude sur la commune de Batz : *Mémoire de la Société d'Anthrop.*, t. II, p. 433-459, Paris, 1865.

(3) Grégoire de Tours : *Hist. Franc. epitomata,* LXXX ; *Hist. Franc.*, l. V, cap. XXVII et l. X, cap. IX, p. 409, 272 et 358 du t. II de : Dom Martin Bouquet : *Recueil des Hist. des Gaules.*

(4) De la Rue : Mémoire sur l'invasion des Saxons, et leurs colonies dans le diocèse de Bayeux, et plus particulièrement sur l'*Otlingua Saxonia,* et les rapports de cette contrée avec le pays appelé aujourd'hui le Cinglais ; dans : *Nouveaux essais historiques sur la ville de Caen et son arrondissement,* p. 37, 56-70, Caen, 1842.

(5) Eginhard : *Vita Karoli Imperatoris : Opera omnia,* cap. VII, ann. 804, texte et trad. d Teulet, t. I, p. 258.

(6) Stephan Baluzius : *Capitularia Regum Francorum, titulus* XIV, p. 47 du t. II, Venetiis, 1773.

bleus (1). Quelques têtes d'Anglo-Saxons décrites par MM. Davis et Thurnam étaient dolichocéphales et platycéphales (2).

Sur nos côtes, les Saxons furent plus tard suivis par les pirates normands. Ces redoutables Scandinaves, sortis de la Norwége et du Danemark à partir du IXe siècle, dès 830, firent de l'île de Noirmoutiers auprès de l'embouchure de la Loire, puis de l'île d'Oissel dans la Basse-Seine, les principaux entrepôts des produits de leurs rapines, et sous la conduite d'Oger ou Ocheri, de Godefroy, de Sidric ou Sidroc et de maints autres chefs, à diverses époques remontèrent ces fleuves, dévastant les campagnes, pillant ou rançonnant les villes. Ces expéditions, bien relatées par Capefigue et Depping (3), ne paraissent pas d'abord avoir été suivies d'aucun établissement durable. Ce ne fut que vers 911 que Charles le Simple abandonna à Hrolf ou Rollon la partie de la Neustrie s'étendant de l'Epte à la mer jusqu'au Coesnon, région que ce Iarl occupait déjà depuis plusieurs années.

Les Normands sont dépeints par Ermold Nigell (4) et par divers auteurs contemporains de leur arrivée, comme beaux, agiles, de grande taille (5). Les surnoms de plusieurs de leurs chefs, entre autres de Guillaume le Roux, montrent que leur chevelure était blonde ou rousse. Les mensurations craniométriques et céphalométriques prises par And. Retzius (6) et J. Beddoe (7), sur des habitants actuels de l'ancienne Scandinavie, tendraient à établir qu'ils sont orthognathes, assez dolichocéphales, avec grand développement des lobes cérébraux postérieurs recouvrant le cervelet.

Malgré leur incessant croisement avec la population antérieure principalement celtique de l'ancienne Neustrie, les immigrants scandinaves de grande taille y ont encore des descendants, car les comptes rendus du recrutement de l'armée ont permis à Boudin et à M. Broca de reconnaître que les habitants actuels des départements normands pré-

(1) Apollinaris Sidonius. Lib. VIII et IX.

(2) Bernard Davis et John Thurnam : *Crania britannica*, 1re décade, 1856, deux têtes d'Anglo-Saxons; voir aussi les 3 décades suivantes.

(3) Capefigue : *Essai sur les invasions maritimes des Normands dans les Gaules*, 1823. — Depping : *Histoire des expéditions maritimes des Normands*, nlle éd., 1843. Paris. — Voir aussi : Dom Lobineau : *Histoire de Bretagne*, t. I., p. 35, etc. — Abbé Travers : *Histoire de Nantes*, p. 128, 136, 154, 167, etc., 1846.

(4) Ermoldi Nigelli *carmina de rebus gestis Ludovici Pii*, lib. IV, vers 13-17, dans : Dom. Mart. Bouquet : *Rec. des Hist. des Gaules*, t. IV, p. 501.

(5) *Annalium Fuldiensium, anno* 884, dans : Dom. Mart. Bouquet : *Rec. des Hist. des Gaules*, t. VIII, p. 44.

(6) Anders Retzius: Etat actuel de l'ethnologie au point de vue de la forme du crâne osseux : *Bibliothèque universelle*, Revue Suisse et étrangère, LXVe année, nouvelle période, t. VII, n° 26, 20 février 1860, archives: p. 152. — Sur les crânes des habitants du nord : *Annales des sciences naturelles*, 3e série, zoologie, t. VI, p. 133, etc.

(7) Beddoé : Sur les têtes de Finnois et de Suédois : *Bull. de la Soc. d'Anthrop. de Paris*, t. VI, p. 454, etc., 20 juillet 1865.

sentent peu d'exemptions du service militaire pour défaut de taille et un grand nombre de recrues de haute stature, de la taille des cuirassiers, 1m 732 (1).

Quoique les Romains aient su maintenir jusque vers la fin du Ve siècle leur autorité sur l'Armorique, ce peuple, composé lui-même d'éléments ethniques très-divers, paraît avoir eu une influence anthropologique très-minime sur nos populations du nord-ouest.

Pareillement, quoique à diverses époques, sous Clovis, sous Charlemagne, l'autorité des Francks ait été reconnue sur une étendue plus ou moins considérable de la Bretagne, définitivement réunie au royaume de France en 1532, l'influence ethnique de ces immigrants d'outre-Rhin dut être peu importante sur les populations armoricaines, car la plupart d'entre eux paraissent s'être fixés au nord de la Seine, dans la région nord-est de notre pays.

Dans ces notions ethnologiques doivent encore trouver place les caqueux de Bretagne, les coliberts du Maine et de l'Anjou. Mais il faut reconnaître que l'origine de ces malheureux réprouvés, repoussés par les autres humains, et de ces infortunés serfs maintenus dans une humiliante dépendance reste encore entourée de la plus profonde obscurité, bien que l'abbé Travers paraisse considérer ces derniers comme provenant de la vente que les Normands faisaient de leurs captifs (2).

On voit par cet exposé ethnologique fort incomplet que nos départements du nord-ouest sont actuellement habités par une population composée de bien des éléments ethniques divers. Il subsiste, relativement à l'origine, à la proportion, à la caractéristique anthropologique de la plupart de ces éléments ethniques, de nombreuses incertitudes, de fréquentes contradictions. Pour les élucider, pour les trancher définitivement, on ne peut que faire appel au concours constant des historiens, des archéologues, des linguistes, des ethnographes, des statisticiens vivant au milieu de cette population.

DISCUSSION

M. Broca exprime à M. Lagneau, au nom de la Section, ses remercîments pour la scrupuleuse précision avec laquelle il poursuit ses recherches sur l'ethnogénie de notre pays. La série de ses travaux sur ce sujet ne tardera pas à constituer la base d'un traité complet d'ethnogénie de la France.

Dans la première partie de la communication de M. Lagneau, ajoute M. Broca,

(1) Broca : Recherches sur l'ethnologie de la France : *Mém. de la Soc. d'Anth.*, t. I, p. 1 à 56, 1859. — Boudin : De l'accroissement de la taille en France : *Mém. de la Soc. d'Anthrop.*, t. II, p. 221-259.

(2) Travers : *Histoire de Nantes*, t. I, p. 158, annot. de Savagner, 1836.

il a été fait appel à des documents historiques nombreux. Il importe de distinguer entre ces documents ceux qui présentent un degré de certitude incontestable de ceux qui reposent sur des allégations plus ou moins vagues et sur des textes dont le défaut de précision commande une extrême réserve. Tels sont, par exemple, ceux qui font venir les Venètes du fond de la Troade aux confins de la basse Bretagne. Quelle que soit leur confusion, ou plutôt en raison de leur confusion même, ces documents méritent d'être connus, ne fût-ce que pour les réduire à leur juste valeur.

Parmi les peuples qui ont concouru à former la population du nord-ouest de la France, M. Lagneau a nommé les *Ibéro-Ligures*, quoique les textes qu'il a cités se rapportent exclusivement aux Ligures, je me demande donc pourquoi il n'appelle pas simplement ce peuple *les Ligures* : M. Roger de Belloguet, qui a signalé l'extension des Ligures non-seulement sur la Loire (Liger), mais encore dans la Grande-Bretagne (Llœgrières), les a soigneusement distingués des Ibères; et de même les auteurs qui ont cru pouvoir admettre la présence des Ibères dans les deux Bretagnes ont parlé des Ibères et non des Ligures. Le nom d'Ibéro-Ligures n'est qu'un compromis entre ces deux hypothèses; il est né à la faveur d'une troisième hypothèse (qui repose, comme toujours, sur quelque texte plus ou moins confus), savoir : que les Ligures étaient Ibères; mais ce compromis, à l'aide duquel les historiens se mettent à l'aise, ne peut être accepté par les anthropologistes. Des recherches qu'aucun fait n'est venu jusqu'ici contredire ont établi que les Ibères étaient dolichocéphales et les Ligures brachycéphales. Le nom d'Ibéro-Ligures désignerait donc un peuple issu du mélange de deux races distinctes, et comme ce n'est point là la pensée de M. Lagneau, je l'engage à choisir entre les Ibères et les Ligures.

M. Rouffet. Les anciennes traditions sont toutes d'accord sur un point : c'est qu'il y a eu des émigrations conduites de la Troade vers nos pays. Les peuples qui ont ainsi émigré vers l'occident étaient, comme on l'a dit, sous la conduite d'un chef du nom d'Anthenor. Les habitants actuels de certaines contrées de la Bretagne rappellent par leur costume les Orientaux. Les hommes, à Plougastel, portent le bonnet phrygien. Les femmes ont une coiffure dont les barbes déployées flottent sur les épaules à la manière de celles qui se remarquent sur les statues d'Isis.

Les traditions les plus reculées sont que, chassés de l'Egypte, les chrétiens vinrent s'établir dans un endroit nommé Loctudé. Or, c'est dans cet endroit que se rencontrent de nos jours les types les plus purs.

Quant aux populations du centre de la Bretagne, j'incline à croire, dit en terminant M. Rouffet, qu'elles sont originaires du pays de Galles.

M. G. Lagneau. Ainsi que M. Broca, je suis loin d'accorder une grande importance aux documents historiques paraissant établir la parenté et les migrations des Enètes asiatiques, des Venètes de la Vénétie adriatique, et des Venètes du pays de Vannes sur les bords de l'océan Atlantique; toutefois, avec M. Henri Martin, il m'a paru bon d'en tenir compte. En effet, ces Enètes signalés par plusieurs auteurs comme habitant au nord de l'Asie Mineure, dans la Paphlagonie, auprès de la Cappadoce, nous sont montrés d'abord par Strabon comme ayant anciennement

pris part à une expédition des Kimmériens (1). Or, ces Kimmériens, suivant de nombreux auteurs, entre autres Hérodote (2), habitaient au nord du Pont-Euxin, c'est-à-dire de la mer Noire, la région où la Crimée rappelle encore par son nom leur présence. Selon Diodore de Sicile, de ces Kimmériens dépendraient ethnologiquement les Cimbres, et les Galates, qu'il dit s'être répandus au nord du pays des Celtes dans la région maritime s'étendant de la Scythie, actuellement la Russie, jusqu'à l'Océan (3).

Il n'y aurait donc rien de bien invraisemblable que des Enètes de l'Asie Mineure, si souvent dévastée par les Kimmériens, s'étant alliés avec eux, à une époque antérieure à celle à laquelle les Kimmériens furent chassés par les Scythes des bords du Pont-Euxin, ainsi que le dit Hérodote (4), fussent venus avec les Galates, émigrants kimmériens les plus occidentaux, jusque sur les bords de l'océan Atlantique où nous trouvons les Venètes.

En outre, Strabon (5), Caton, Cornelius Nepos et Pline (6) nous disent que plus tard des Enètes de race paphlagonienne, sous la conduite de Pylœmene, seraient venus au siége de Troie, puis qu'après s'être révoltés, sous la conduite d'Anthenor, ils auraient traversé la Thrace et seraient venus s'établir sur le golfe Adriatique, dans le pays dès lors appelé Enétique ou Vénétie.

Enfin, la parenté de ces deux groupes d'émigrés Enètes asiatiques, les uns établis sur les bords de l'océan Atlantique, les autres établis sur les bords de la mer Adriatique, semble encore avoir attiré l'attention de Polybe et de Strabon. Le premier remarque que les Venètes de l'Adriatique ont certaine conformité de mœurs

(1) Οὐ γὰρ δεἰκνυσθαι φασι νὺν Ἐνετοὺς ἐν τῇ Παφλαγονὶᾳ, ... ἄλλοι δέ φὺλον τὶ τοὶς Καππάδοξιν ὅμορον στρατεῦσαι μετὰ Κιμμερίων, εἶτ' ἐκπεσεῖν εἰς τὸν Ἀδρίαν. Strabon : l. XII, cap. III, § 8, p. 465.

(2) Καὶ νῦν ἔστι μὲν ἐν τῇ Σκυθικῇ Κιμμέρια τείχεα, ἔστι δέ πορθμήϊα Κιμμέρια, ἔστι δέ καὶ χώρη οὔνομα Κιμμερίη, ἔστι δέ βοσπορος Κιμμέριος καλεόμενος. Hérodote : Hist. l. IV, ch. XII, p. 188, texte et trad. lat. Dindorf et Muller, coll. Didot.

(3) ... τοὺς δ'ὑπὲρ ταύτης τῆς Κελτικῆς εἰς τὰ πρὸς νότον νεύονταμέρη παρά τε τὸν Ὠκεανον καὶ τὸ Ἑρκύνιον ὄρος καθιδρυμένους καὶ πάντας τοὺς ἑξῆς μέχρι τῆς Σκυθίας Γαλάτας προσαγορεύουσιν· ..... φασί τινες ἐν τοῖς παλαιοῖς χρόνοις τοὺς τὴν Ἀσίαν ἅπασαν καταδραμόντας, ὀνομαζομένους δέ Κιμμερίους, τούτους εἶναι, βραχὺ τοῦ χρόνου τὴν λέξιν φθείραντος ἐν τὴ τῶν καλουμένων Κίμβρων προσηγορίᾳ· Diodore de Sicile : l. V, ch. XXXII, p. 273, texte et trad. lat. de Muller et Dindorf, coll. Didot.

(4) Hérodote : l. IV, chap. I, XI, XII, etc., texte et trad. lat. Dindorf et Muller, coll. Didot.

(5) ... ὅτι ἀξιολογώτατον ἦν τῶν Παφλαγὸνων φῦλον οἱ Ἐνετοι, ἐξ οὗ ὁ Πυλαιμένης ἦν· καὶ δή καὶ συνεστρὰτευσαν οὗτοι αὐτῷ πλεῖστοι, ἀποβαλόντες δέ τὸν ἡγεμὸνα διέβησαν εἰς τὴν Θράκην μετὰ τὴν Τροίας ἅλωσιν, πλανώμενοι δ'εἰς τὴν νῦν Ἐνετικὴν ἀφίκοντο. Strabon : l. XII, cap. III, § 8, p. 465, texte et trad. latine de Muller et Dubner, coll. Didot.

Τὸν μὲν οὖν Ἀντήνορα καὶ τοὺς παῖδας μετὰ τῶν περιγένομένων Ἐνετῶν εἰς τὴν Θράκην περισωθῆναι, κἀκεῖθεν διαπεσεῖν εἰς τὴν λεγομένην κατὰ τὸν Ἀδρίαν Ἐνετικήν· Strabon : l. XIII, cap. I, § 53, p. 520 ; voir aussi l. V, cap. 1, § 4, p. 176.

(6) *Ultra quem gens Paphlagonia, quam Pylœmeniam aliqui dixerunt... Quo loco Henetos adjicit Nepos Cornelius, a quibus in Italia ortos cognomine eorum Venetos credi postulat.* Pline : Hist. nat. l. IV, § II, p. 238, coll. Nisard.

Venetos trojana stirpe ortos, auctor est Cato. Pline : III, § l. XXIII, p. 176.

et de coutumes avec les Celtes, quoique en différant par le langage (1). Le second dit qu'on regarde les Venètes de l'Adriatique comme descendant d'émigrés Venètes des bords de l'Océan (2).

M. Broca m'objecte que les Ligures brachycéphales ne peuvent être considérés comme étant de même race que les Ibères dolichocéphales, suivant notre savant collègue. Je répondrai qu'avec Retzius, M. Pruner-Bey, M. Garrigou et autres observateurs, je suis porté à penser que les Ibères étaient brachycéphales, et que les Basques brachycéphales de Saint-Jean-de-Luz étudiés par M. Broca se rapportaient à cette race ibérienne. Quant aux dolichocéphales de la péninsule hispanique, comme les Basques dolichocéphales du Guipuscoa, également étudiés par M. Broca, ils me paraissent se rattacher à une race différente, antérieure à la race ibéro-ligure brachycéphale. Cette race dolichocéphale de l'Espagne comprendrait également les Guanches des Canaries, certains Kabyles dolichocéphales de l'Algérie, et aussi certains troglodytes de notre pays et du nord-ouest de l'Italie. Cette race dolichocéphale, fort ancienne, pourrait être désignée sous la dénomination de Race Atlantique, dénomination déjà employée par d'autres ethnographes.

M. Maufras demande si les coliberts proviennent réellement d'esclaves vendus par les Normands et quelle est leur origine la plus probable.

M. Lagneau. — Je répondrai à M. Maufras que, tout en rapportant l'opinion de l'abbé Travers, qui regarde les coliberts comme des captifs vendus par les pirates normands, je suis loin de la partager. Il existe une grande incertitude touchant la provenance ethnique des coliberts du Maine, de ceux, beaucoup plus nombreux, des bords de la Sèvre Niortaise, ainsi que relativement à l'origine des cagots des Pyrénées, des gahets de la Guyenne, des caqueux de la Bretagne, et des cacths du pays de Galles. Il serait néanmoins possible que quelques coliberts du Maine, région sur laquelle l'abbé Travers avait peut-être plus spécialement des documents, eussent été des captifs rachetés par les abbayes, et assimilés alors, par leur situation sociale, à d'autres coliberts de provenance antérieure inconnue, ou du moins mal déterminée.

M. Ph. SALMON

SUR UNE STATION DE LA PIERRE POLIE

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 20 août 1875. —

M. Philippe Salmon rend compte d'une découverte faite, en 1867, à la *Grande-Noue*, commune de Vinneuf (Yonne), lors de travaux exécutés pour le percement

(1) Προσαγορεύονται δέ Οὐένετοι, τοῖς μὲν ἔθεσι καὶ τῷ κόσμῳ βραχὺ διαφέροντες Κελτῶν, γλώττῃ δ'ἀλλοία χρώμενοι. Polybe : Hist. l. II, cap. XVII, p. 80, coll. Didot.

(2) Οἱ μὲν γὰρ καὶ αὐτους (Ἑνετοὺς) φασιν εἶναι Κελτῶν ἀποικους τῶν ὁμωνυμων παρωκεανιτῶν. Strabon : l. V, cap. I, § 4.

d'un canal et l'établissement d'une écluse en vue d'améliorer la navigation de la rivière d'Yonne.

Après avoir traversé une couche de terre végétale de plus de 3 mètres, puis des sables et des graviers analogues à ceux de la rivière actuelle, on est arrivé à une couche de tourbe de laquelle la drague a extrait, à une profondeur de 6 mètres, les objets suivants : 1° Une petite hache polie en serpentine verte ; 2° un andouiller de cerf aplati par un bout, et ayant à l'autre des entailles ; 3° une pointe d'andouiller de cerf ayant un trou à la base ; 4° un fragment de mâchoire de cerf ; 5° un fragment de bois de cerf ayant des entailles attribuables à une hache ; 6° des os de cerf et de chevreuil tranchés comme avec un couperet ; 7° des pilotis ; 8° des noisettes ; 9° des glands ; 10° des débris de poteries ; 11° des ossements humains.

La présence des pilotis a fait supposer à M. de Sinéty qu'on était en face d'une station lacustre, que les travaux limités à la largeur du canal n'ont pas permis peut-être de reconnaître sur une plus grande étendue.

M. Salmon demande si vraiment on peut donner ce caractère à la découverte et prie la section d'anthropologie de vouloir bien exprimer son opinion.

DISCUSSION

M. DE MORTILLET. L'habitation, ou plutôt la *station* lacustre dont parle M. Salmon pourrait bien se réduire à des proportions d'une exiguité extrême et n'avoir, en somme, été constituée que par une maison ou deux. En Savoie, le lac d'Annecy et celui du Bourget renferment des habitations lacustres. Quant à celle qui a été signalée aux environs de Nantes, au lac de Grand-Lieu, ce n'est autre chose qu'un camp romain.

La plupart des habitations lacustres dont la description a été faite sont d'origine douteuse. Des vestiges de voies ou de ponts romains ont donné le change ; c'est ce qui a eu lieu à Cubzac. Pour la station décrite par M. Salmon, elle me paraît être bien une station palustre.

M. CHANTRE a fait du côté de Dijon des découvertes assimilables à celle de M. Salmon. Dans les tourbières, du reste, on rencontre très-souvent des haches de pierre provenant des constructions qui avaient été élevées au voisinage des marais.

M. Gustave CHAUVET

De La Rochebeaucourt (Dordogne).

FOUILLE DE SEPT TUMULUS DE LA PIERRE POLIE (LA BOIXE)

— Séance du 20 août 1875. —

La Société archéologique de la Charente a fait exécuter en 1874-5, des fouilles dans un groupe de tumulus qui peuvent jeter de la lumière sur certains points controversés de l'archéologie préhistorique ; aussi la Société a bien voulu m'autoriser à vous faire une communication à ce sujet, avant la publication de ses mémoires.

Je ne vous décrirai pas toutes nos fouilles ; il vous suffira de savoir que les tumulus explorés sont groupés sur un plateau boisé et peu fertile, à 6 kilomètres de la Charente, près d'une voie romaine.

Deux des plus gros tertres recouvraient chacun un grand dolmen.

Les autres contenaient des cella circulaires ou rectangulaires, bâties en petites pierres plates, sans mortier, sur une hauteur de 1 mètre environ et recouverts de petites dalles en pierre ; quelques-unes s'ouvraient au midi ou à l'est par un long couloir, comme les sépultures à galeries décrites par M. le professeur Nilson.

Ce mode de construction est très-rare dans l'ouest à l'époque néolithique ; les formes rondes et carrées se trouvent fréquemment dans la province de Constantine, en Bretagne, et jusqu'en Palestine et en Suède ; mais les monuments y sont bâtis en grosses pierres. Ici, au contraire, les murs ressemblent à ceux que les habitants du pays élèvent encore autour de leurs champs avec les petites pierres plates du terrain jurassique.

Tous les squelettes en place trouvés dans ces sépultures avaient la position accroupie, et étaient accompagnés d'armes de pierre.

Les dimensions des tertres ne sont pas toujours en rapport avec la richesse de leur contenu : tel gros tumulus ne renfermait qu'un commencement de cella informe, avec de rares débris d'os et de poteries ; tel autre de moindres dimensions était latéralement comblé de squelettes et d'instruments en silex. Deux tertres de même forme, placés l'un près de l'autre, recouvraient des cella de formes diverses, et des mobiliers funéraires distincts, bien que se rattachant au même âge.

Ces différences dans le contenu des sépultures soulèvent plus d'un problème. Comment expliquer des cella faites avec grand soin, mais

presque vides et ne contenant pas *les éléments d'un squelette* entier, pas même les dents ? Ne seraient-elles pas des lieux de sépulture transitoires où certains défunts faisaient un stage avant d'obtenir les honneurs de la sépulture de famille ? Pareille coutume a été observée par le major Godwin Austin, chez les Khassias du Bengale, qui construisent encore des dolmens.

Mais je ne veux pas m'arrêter à cette hypothèse, pour arriver de suite à l'observation qui fait plus spécialement l'objet de cette note.

La question d'une lacune entre les deux grandes périodes de la pierre a été vivement débattue dans ces derniers temps ; pendant que les uns, s'appuyant sur l'anthropologie, veulent rapprocher les deux époques, les autres opposent comme un obstacle infranchissable la différence des deux faunes.

Il y a là un problème difficile que je n'ai pas la prétention de résoudre complétement, mais pour la solution duquel j'apporte des faits sérieux.

Je crois qu'il y a contact évident au point de vue industriel, entre la pierre taillée et la pierre polie. Il peut se faire que l'examen des musées ne révèle pas cette transition entre les deux âges... mais il faut peut-être se défier un peu des collections à ce point de vue : les objets y sont souvent rangés suivant des idées préconçues.

Un des meilleurs moyens d'éclairer le débat, c'est de prendre dans un milieu néolithique d'âge certain tous les objets qu'il contient, et de les comparer à ceux trouvés dans les grottes de la même région, mêlés aux débris de la faune éteinte.

C'est ce que j'ai fait pour le tumulus C de la Boixe ; sa cella rectangulaire avait les parois formées de dalles posées de champ variant de 0,35 à 0,70 de longueur, et les espaces vides étaient comblés par des assises de petites pierres plates, ce qui rappelle le mode de construction du dolmen de l'île de Moen, décrit par Luboock, et celui fouillé en Vendée par l'abbé Baudry.

Le long des deux grands côtés de la cella, à quelques centimètres au dessus du fond, une sorte de seuil supportait plusieurs crânes isolés, en partie brisés par le poids des terres. A l'intérieur, l'enchevêtrement des os rendait difficile la détermination des squelettes ; cependant nous avons pu reconnaître sur cinq points différents, des séries d'ossements dans leur ordre normal, qui indiquaient des sépultures accroupies, non remaniées ; chaque squelette était presque toujours accompagné d'objets en silex.

Ce monument nous a livré 41 objets dont l'âge est parfaitement déterminé ; ils sont à l'exposition du théâtre de la Renaissance, à première vue on y distingue deux séries :

1° D'abord 3 haches polies, 3 flèches et un broyeur que l'on retrouve partout semblables à toutes les latitudes, depuis le Japon et la Nouvelle-Calédonie jusqu'en Patagonie et en Danemark.

On ne trouve jamais ces objets avec la faune éteinte; ils caractérisent la période néolithique.

2° D'autre part, 4 grandes lames de silex à section triangulaire, 3 grattoirs, 1 os travaillé, 2 percuteurs, 4 nuclei, 1 racloir, 14 éclats de silex, dont plusieurs retouchés, 1 perle de collier en pierre, c'est-à-dire 30 objets que l'on pourrait aussi bien retrouver dans les grottes du Renne.

A côté de ces silex néolithiques, qui se trouvent sur les cartons blancs, j'ai placé sur des cartons bleus les silex analogues trouvés dans les grottes de la Charente avec la faune éteinte.

La comparaison des deux séries peut se faire d'un seul coup d'œil, etc...

... Je crois qu'il est impossible de ne pas voir un contact entre elles.

Il ne sera donc plus permis de dire qu'entre les deux grandes périodes de l'âge de la pierre, il n'y a aucune analogie industrielle.

DISCUSSION

M. DE MORTILLET regarde comme irrationnel de conclure, ainsi que semble le faire M. Chauvet, de l'identité des instruments rencontrés dans les fouilles à celle des peuples dont l'industrie a fourni ces instruments.

M. PRUNIÈRES appuie l'opinion de M. de Mortillet en mettant sous les yeux de l'Assemblée des objets d'origine mexicaine d'une analogie frappante avec d'autres objets trouvés dans les dolmens de la Lozère.

De ce que deux populations ont eu deux industries similaires, on n'est pas, dit-il, en droit d'en inférer qu'elles aient eu ensemble des rapports.

M. CHAUVET répond qu'il n'a prétendu qu'une chose : c'est de prouver, à l'aide de faits précis, que de nombreux types d'instruments de silex étaient communs aux deux grandes périodes de *la pierre,* et qu'à ce point de vue la théorie de l'*hiatus* était très-contestable.

M. CARTAILLAC ne reconnaît pas de points de contact entre les objets travaillés de la période *du Renne* et ceux de la période de la *pierre polie.*

M. BROCA comprend qu'on puisse admettre entre deux races distinctes des points de contact au point de vue industriel. Les mêmes formes s'imposent dans la fabrication des mêmes objets. Deux races distinctes peuvent même avoir recours aux mêmes procédés pour la fabrication des mêmes instruments. Mais c'est à des circonstances fortuites qu'il convient d'attribuer la similitude des procédés industriels : et l'on ne peut s'appuyer sur cet argument pour démontrer l'existence ou l'absence d'hiatus entre deux civilisations.

M. CHAUVET

de La Rochebeaucourt (Dordogne).

PRÉSENTATION D'UNE AMULETTE CRANIENNE

EXTRAIT DU PROCÉS-VERBAL

— Séance du 20 août 1875. —

M. Chauvet présente une amulette, provenant d'un fragment de crâne, percée d'un trou central et trouvée dans un tumulus de la forêt de Boixe.

Cette pièce a été extraite d'un squelette de l'époque de la pierre polie.

DISCUSSION

M. Broca. Les fragments de crâne qui ont servi à faire des amulettes ont une origine à la fois pathologique et chirurgicale. Le premier fait de ce genre a été signalé par M. Prunières au Congrès de Lyon, il y a deux ans. Des maladies ayant pour siége l'encéphale, des croyances superstitieuses et le but de guérir les sujets affectés, ou de prévenir chez d'autres l'invasion d'accidents analogues, paraissent avoir été l'instigation de cette pratique singulière qui consistait d'une part à trépaner les individus atteints de certaines maladies (trépanation chirurgicale), et d'une autre part à tailler des amulettes posthumes dans les parois crâniennes des individus qui, ayant survécu longtemps à l'opération, avaient acquis par là un caractère de sainteté.

Le fragment d'os crânien présenté par M. Chauvet porte les caractères non équivoques de ces sortes d'amulettes. Percées d'un trou central, elles se portaient au cou.

L'opération se pratiquait sur de jeunes enfants dans le but de porter remède à des maladies convulsives épileptiformes ou autres dont ils étaient atteints, en ouvrant à l'esprit, qui en était considéré comme la cause, une porte de sortie. Les affections morbides convulsives ont été de temps immémoriaux désignées sous le nom de *maladies sacrées,* de *mal d'en haut,* de *haut mal,* dénominations qui ont subsisté jusqu'à des temps peu reculés. Les individus qui en sont atteint ont toujours été, de la part des ignorants, l'objet d'un respect superstitieux.

La perforation crânienne, pratiquée en pareil cas, a des bords cicatrisés. Des bords de la perte de substance on peut voir partir des stries, des sections successives pratiquées après la mort dans le but de diviser en fragments le pourtour de l'ouverture. On se proposait, sans doute, de multiplier ainsi le nombre d'amulettes préservatrices que le même crâne pouvait procurer.

Les premières pièces de ce genre qui aient été rencontrées l'ont été dans la Lozère. Un grand nombre de dolmens, depuis lors, en ont fourni. Celle que nous communique aujourd'hui M. Chauvet est brisée sur un côté. Cette fracture peut

fort bien avoir été un acte prémédité. Voici comment : d'abord envisagées sous un jour purement mystique, ces rondelles osseuses ont plus tard subi l'influence des transformations survenues dans les doctrines médicales. Or, on a regardé pendant fort longtemps (et jusqu'au siècle dernier la doctrine a subsisté) la substance crânienne pulvérisée comme un spécifique contre les affections dont l'encéphale peut être le siége. On a pensé que la maladie dite *sacrée* pouvait fort bien être due à une maladie naturelle et non à une cause surnaturelle. Dès lors on a été conduit à tailler dans le crâne de ceux qui avaient été atteints de cette affection des rondelles plus ou moins voisines de l'ouverture pratiquée pendant leur vie, dans un but thérapeutique, et à gratter, diviser, pulvériser la substance osseuse pour s'en servir dans des circonstances analogues, à titre ici d'amulettes, là de médicaments.

Sous le règne des doctrines médicales et des croyances superstitieuses du temps, on a eu, en tout état de cause, intérêt à multiplier le nombre des rondelles posthumes ; mais l'opération pratiquée sur le vivant ne l'a pu être que dans le jeune âge.

Les ouvertures pratiquées dans un but chirurgical présentent des bords falciformes et cicatrisés depuis très-longtemps.

La rondelle de M. Chauvet a été prise sur l'écaille temporale, et c'est au niveau de la suture temporale que s'arrête la section. Sur la table interne se remarque un sillon dû peut-être à des tentatives de section ou, plus vraisemblablement, à une empreinte vasculaire ; ce fait paraît difficile à déterminer.

M. Prunières fait observer que la première rondelle osseuse qui ait attiré son attention n'est pas celle qu'il a présentée au Congrès de Lyon. Il en a rencontré de complétement divisées. Il serait tenté de croire que toutes ont été prises sur des sujets opérés, et sont le résultat de l'opération.

Certaines d'entre elles ne présentent pas de traces de cicatrisation, il se peut alors qu'elles proviennent de parties du crâne avoisinant la région opérée précédemment. Jusqu'au dernier siècle, comme l'a dit M. Broca, le crâne humain pulvérisé a été administré en médecine dans une intention thérapeutique ; et c'est vraisemblablement pour cet usage qu'il a été râpé, morcelé, ainsi que nous le voyons sur les pièces que nous recueillons ; de même que c'est pour en faire des reliques que les rondelles osseuses, une fois extraites, ont été perforées intentionnellement.

M. CHANTRE

Géologue attaché au Muséum de Lyon.

LÉGENDE INTERNATIONALE POUR L'INTERPRÉTATION DES CARTES PRÉHISTORIQUES

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 21 août 1875. —

M. Chantre donne la clef de la légende internationale pour l'interprétation des cartes préhistoriques dont les signes ont été adoptés d'un commun accord pour

indices des recherches préhistoriques des diverses contrées que les observateurs ont pu jusqu'ici explorer.

M. DE MORTILLET fait remarquer que le principe de cette légende repose sur la mnémotechnie pour les radicaux et pour les dérivés, et développe les motifs des choix auxquels la commission internationale a cru devoir se fixer.

M. JOHN P. PHÉNÉ

F. S. A. — F. G. S. — F. R. G. S. of London and Scotland.
Délégué au Congrès de l'Association française, par la Société Royale d'histoire de la Grande-Bretagne.

SUR LES COUTUMES DES HOMMES DES CAVERNES DANS L'EUROPE OCCIDENTALE

— Séance du 21 août 1875. —

Puisque la Section a la bonté de permettre à un visiteur anglais de s'exprimer dans sa langue, je tâcherai de faire ma communication aussi exacte que possible. Je veux simplement attirer votre attention sur certains faits et sur certains témoignages, sans faire de théorie, sans exprimer d'opinion à leur égard.

La question de l'homme préhistorique, à laquelle se rattache celle des habitants des cavernes et celle des constructeurs des dolmens (*Crannogs)*, présente à considérer deux faces principales : — le *travail industriel* et le *travail intellectuel.* L'un, sous la dénomination d'instruments ou d'objets de l'époque paléolithique et néolithique, nous est en général assez bien connu, grâce aux collections de nos musées et aux savants travaux des auteurs français, italiens et anglais, entre autres, de M. John Evans, membre de la Société royale d'Angleterre. L'autre, — le travail intellectuel, — on peut raisonnablement supposer qu'il ressemblait aux coutumes et aux pratiques religieuses des peuples primitifs dont les historiens de la Grèce et de Rome nous ont laissé la description. Les ouvrage d'Hérodote, de Pline, de Strabon, de César, en contiennent le récit, soit d'une façon directe, soit d'une façon incidente. Ces coutumes ont été également étudiées avec soin par bon nombre d'auteurs modernes.

Mais les écrivains qui traitent ces questions se limitent presque invariablement à l'un ou à l'autre de ces points de vue, et il est rare même qu'ils essaient de faire un rapprochement entre les deux questions.

Et cependant, si nous voulons quelque peu comprendre ces peuples primitifs, il est nécessaire que nous fassions ce rapprochement. Or,

c'est en étudiant l'un que j'ai réussi à découvrir des exemples très-intéressants de l'autre. J'ai cru devoir en conclure que ce procédé est susceptible de donner de bons résultats dans d'autres mains que les miennes.

Il résulte des fouilles faites par M. Broca dans la caverne de l'Homme Mort et dans une autre caverne située à une petite distance de la première, dans la même vallée, dont il a donné la description dans un mémoire lu au Congrès préhistorique de Bruxelles en 1872, que chez les hommes des cavernes, qu'on distingue spécialement par la forme de leurs crânes dolichocéphales, les mêmes cavernes étaient utilisées, tantôt comme *habitation,* tantôt comme *sépulture.*

Dans une autre caverne décrite par M. Broca, la caverne d'Orrouy, dans le département de l'Oise, on a trouvé, dans les mêmes sépultures, un mélange de crânes dolichocéphales et brachycéphales, et d'autres crânes provenant de la fusion de ces deux races. *Dans tous les cas,* à ces restes on a trouvé associés, dans les sépultures, des os d'animaux, des poteries grossières, des silex et autres objets. Il s'en suit que ces peuples vivaient à la même époque et avaient les mêmes coutumes.

Plus tard, soit par suite de l'émigration de ces populations dans des districts dépourvus de cavernes qui pussent être affectées à ces usages, soit en raison des progrès dans l'art des constructions, des cavernes artificielles, décrites par nous sous le nom de chambres sépulcrales, ont succédé aux cavernes naturelles dans les usages de ces populations.

Une classe d'écrivains prétend que ces chambres sépulcrales étaient affectées purement et simplement à l'usage des cérémonies religieuses; une autre classe prétend qu'elles étaient seulement employées comme sépultures; mais ce que nous savons aujourd'hui de l'âge préhistorique et des premiers temps de l'histoire tend à nous montrer que la maison du vivant et celle du mort étaient une seule et même chose, et qu'il en était de même pour la tombe et le temple, ou, en d'autres termes, la tombe-temple.

A Moab, des fouilles ont montré que la maison bâtie pour servir d'habitation devenait le tombeau du propriétaire après sa mort. Les écrits des Hébreux abondent de faits de ce genre, notamment celui de Samuel, qui fut enterré dans sa maison, à Ramah.

Une des découvertes que j'ai eu la bonne fortune de faire en Ecosse, dans l'un des États du marquis de Lothian, prouve clairement que cette coutume existait chez les premiers habitants de la Grande-Bretagne. Un de mes dessins représente une urne renversée pleine d'os calcinés, placée sous la *pierre du foyer actuel* d'une habitation ayant

la forme et le caractère des demeures décrites par Strabon dans sa description sur les Gaulois. J'ai fait la découverte de foyers pareils avec des ossements, près d'une grande chambre souterraine dans l'une des propriétés du duc d'Argyle, près Inveraray. Tandis que la description donnée par M. Broca de la caverne de l'Homme Mort rappelle la découverte des pierres des *sept foyers,* par le Dr Prunières (sur une plateforme, en face de cette caverne, composée de terre et de charbon), et montre clairement que cette caverne aussi était à l'origine affectée à l'habitation des vivants.

Ces points, une fois établis, nous mettent en mesure de nous reconnaître dans les autres coutumes, car ces rites et cérémonies ont dû être célébrés au moment où l'on déposait le corps dans ces habitations ou dans ces temples, soit naturels, soit artificiels ; il ne saurait y avoir de doute à cet égard.

Ceux qui occupaient, comme habitations naturelles, de vastes et obscures cavernes devaient choisir inévitablement comme divinités des puissances qu'ils pussent doter d'attributs immenses et terribles ; et là où la nature présentait à leurs regards des objets qui semblaient personnifier ces puissances en revêtant la forme d'un homme ou d'un autre animal, il semble presque impossible qu'ils ne les aient pas choisis pour leurs divinités.

Or, depuis le point le plus reculé de la Grande-Bretagne, au nord, jusqu'à Gibraltar, au sud, on trouve des coutumes semblables caractérisées par des habitations et des sépultures semblables chez un peuple dont les crânes se ressemblent ; notons en outre quelques remarquables représentations naturelles et quelques indications tendant à prouver qu'on y attachait une idée de grandeur et de puissance.

La mythologie a toujours associé Gibraltar avec Hercule. Les hauteurs qui l'enserrent sont connues sous le nom de « Colonnes d'Hercule. » Les premiers habitants de Gades, en Espagne, qui comptaient Hercule au nombre de leurs divinités, ont conservé cette tradition ; car, suivant Strabon, ils *élevèrent deux colonnes,* qui semblent avoir été dédiées à Hercule. Ici l'impression reçue de la *nature* a été confirmée par l'*art,* et ces colonnes, sans aucun doute, ont été consacrées comme la représentation d'Hercule.

En Auvergne, on voit deux immenses rochers naturels simulant à peu près la forme humaine ; non loin de là est un ancien dolmen, donc il y eut là des ensevelissements et des cérémonies religieuses, et des cavernes, évidemment affectées à des sépultures, ont été formées par la main de l'homme. Il n'est pas improbable que ces représentations aient eu pour origine le mythe oriental du *taureau ailé à tête humaine,* et d'autres animaux de Ninive.

Il y a une telle ressemblance entre ces monuments d'Auvergne et une divinité qu'on dit avoir été découverte au siècle dernier, sous la cathédrale de Notre-Dame de Paris, que celle-ci paraît avoir été une copie de la roche d'Auvergne. Ce serait une raison de croire que cette roche était bien connue comme une divinité gauloise.

Il y a des monuments énormes en Angleterre qui surpassent l'imagination par leurs dimensions, et qui simulent des formes animales. Il semble que ces monuments sont aussi un résultat de l'inspiration de la nature.

César a écrit que les Gaulois construisaient de vastes colosses pour le sacrifice des victimes, et ces figures colossales ont toujours été supposées représenter la forme humaine.

On trouve en Angleterre des figures qui répondraient exactement à cette description si elles étaient entourées de clôtures en branchages ou en vannerie, et présenteraient tous les caractères décrits par César. Il existe près Sligo en Irlande une vaste ligne extérieure en pierres de formes humaines et de formes animales de proportions immenses semblables à celles que les auteurs anciens ont décrites comme existant dans l'Est, et qu'on trouve en grande quantité en Amérique; on en trouve aussi en Irlande aussi bien qu'en Angleterre, en Écosse et dans le pays de Galles, qui affectent la forme de reptiles. Ces dernières se rencontrent toujours dans le voisinage de vastes cavernes naturelles qui ont été habitées par l'homme. Il en est de même, dans les Mendip hills, pour les cavernes renfermant des os et les représentations de formes animales qu'on y trouve, près Cheddar.

Dans le comté de Dorset, l'on voit une figure de 180 pieds de hauteur; vers l'Ouest, non loin de cette figure, sont les grandes formes naturelles d'animaux du Dartmoor.

Dans le comté de Sussex, sur le rivage, près de l'énorme rocher qui a une tête, est une figure de 240 pieds de haut. Dans le comté de Kent, qui y confine, est un dolmen bien connu.

A Oban, en Écosse, j'ai découvert une immense forme serpentine, occupée par une grande chambre sépulcrale. Près de là sont de nombreux tumuli, les uns contenant des chambres, les autres disposés différemment. L'un d'eux, contenant trois chambres, est un dolmen récemment découvert par le Dr Angus Smith. Le professeur Turner a trouvé à Oban même une caverne d'habitation, contenant des restes humains dont il a donné la description dans un mémoire lu à Édimbourg à l'Association anglaise pour l'avancement des sciences.

Nous avons maintenant des documents suffisants pour classer les populations qui ont habité les cavernes de l'ouest de l'Europe. Les représentations naturelles ou artificielles de formes animales de

grandes dimensions, dont on connaît de nombreux exemples, permettent d'affirmer que c'étaient là leurs divinités, et que les formes artificielles n'étaient que la reproduction des formes naturelles avec lesquelles elles offrent une ressemblance facile à démontrer.

Mes dessins représentent un certain nombre de ces formes, et les *places funéraires* où étaient déposés les corps, soit dans ces formes animales elles-mêmes, soit dans le voisinage immédiat.

DISCUSSION

M. l'amiral Ommanney cite à l'appui des opinions développées par M. Phéné, des faits analogues qu'il a eu l'occasion d'observer. Il appelle l'attention sur cette circonstance qu'en 1861 il découvrit dans les grottes de Gibraltar des silex taillés et des haches semblables à celles des cavernes de France. A ces objets étaient joints de nombreux ossements d'animaux appartenant à des espèces éteintes ou ayant tout au moins un caractère exotique. Là se trouvaient également des poteries et des ossements humains.

M. le Dr CHIL-Y-NARANJO

De Palmas (Grande-Canarie.)

LA RELIGION DES CANARIENS PRIMITIFS, ET LA PIERRE POLIE OU NÉOLITHIQUE AUX ILES CANARIES

— Séance du 21 août 1875. —

Pour comprendre la théogénie des Canariens primitifs, il faut examiner avec un soin particulier tous les écrits anciens et modernes, tout en se mettant en garde contre les affirmations présentées sans preuves et accueillies avec trop de légèreté. Plusieurs auteurs ont écrit que les Canariens primitifs n'avaient pas de religion, tandis que les chroniqueurs de la conquête, Bontier et Le Verrier, disent, en parlant de Fuerteventura : « *Les habitants sont de dur entendement, et moult fermes en leur loy, et ont esglise où ils font leur sacrifice.* »

Les indigènes de Lancerote allaient au sommet des plus hautes montagnes prier Dieu en levant les mains et en versant du lait comme offrande à la Divinité.

A Fuerteventura, on construisait des temples en haut des montagnes; on les appelait *Efequenes*. Ils étaient circulaires avec deux murs concentriques : la porte, de même que celle des maisons, était petite : on

y priait Dieu en levant les mains et en lui offrant du lait et du beurre. Les prêtresses chargées du culte jouissaient des plus grandes prérogatives; elles étaient très-considérées et craintes par toutes les classes de la société. *Tamonante* et *Tibabrin* furent célèbres par leurs prophéties, qu'elles rendaient au milieu des convulsions et avec des gestes désordonnés, ainsi que les anciennes Pythonisses.

A la Grande-Canarie, les habitants croyaient en un être infini, conservateur du monde, qu'ils appelaient *Alcorac* ou *Achoran.* On lui rendait son culte, avec de grandes cérémonies, sur le sommet des montagnes escarpées, et dans de petits temples en pierre appelés *Almogaven,* ou maison sainte. Le service des temples était confié à des femmes appelées *Magadas* ou *Harimaguadas,* sorte de nonnains qui faisaient vœu de chasteté et présidaient les grandes cérémonies religieuses. « Ces vestales, dit Viera, qui étaient en clôture et vivaient » des aumônes, s'habillaient avec des peaux plus longues et plus blan- » ches que celles des autres femmes et jouissaient de grandes préroga- » tives. Elles présentaient les offrandes dans le temple, qui était un » lieu d'asile inviolable. » Ces maisons s'appelaient aussi *Tamogante en Achoran,* qui signifie maison de Dieu. Ces femmes, en outre, étaient chargées de l'éducation des filles des rois et des grands, et elles demeuraient dans de grands couvents d'où elles ne sortaient qu'à l'âge de trente ans pour se marier. Le *Faycan* ou grand prêtre était le chef de la religion ; il présidait tous les actes du culte.

Le respect des lieux sacrés était tel, que les criminels qui pénétraient dans la montagne de *Tirma,* à Galdar, et celle d'*Omiaga,* à Tilde, étaient à l'abri de toute poursuite. On jurait par ces montagnes. Dans les grandes calamités publiques, surtout quand la pluie venait à manquer, le Faycan ordonnait de grandes prières et un pèlerinage à l'une de ces montagnes. Le peuple marchait avec des palmes et des rameaux, précédé des Harimaguadas. Arrivées au sommet de la montagne, celles-ci brisaient, avec certaines cérémonies, des vases remplis de lait et de beurre : on dansait et on chantait les hymnes propres à la cérémonie. Après cela, la procession se dirigeait vers la mer et la multitude frappait l'eau avec les palmes et les rameaux en poussant de grands cris.

Il y avait aussi des idoles : et les navigateurs envoyés par le roi de Portugal Alphonse IV, en trouvèrent une dans un temple et ils l'apportèrent à Lisbonne. Cette statue représentait un homme nu ayant une boule à la main. J'ai une de ces idoles en terre cuite, comme on peut le voir dans la gravure.

Andrès Bernaldez trouva l'idolâtrie parmi ce peuple. « A la Grande- » Canarie, dit-il, il y avait une maison pour la prière. Là ils invo-

» quaient *Tirma,* et il y avait une statue en bois, de la moitié d'une » lance de longueur, avec les organes génitaux de la femme : devant » cette statue il y en avait une autre aussi en bois qui représentait une » chèvre avec ses organes femelles, et derrière celle-ci il y en avait » une dernière, également en bois, qui figurait un bouc au moment de » couvrir la femelle. Dans cette maison, on offrait du lait et du beurre » comme dîme, et ces aliments en vieillissant répandaient une mau- » vaise odeur dans le temple. »

Enfin, on croyait aussi à *Gabiot* ou *Gabio,* esprit du mal, et à *Mahio* et *Tibicen,* qui étaient des fantômes, des êtres surnaturels et jouaient un grand rôle parmi les habitants.

A Ténériffe, les *Guanches* rendaient un culte à Achaman, que, comme à la Grande-Canarie, on appelait aussi *Acoran* ou *Alcorac.* Il y avait certains lieux et des temples, où le peuple se rassemblait pour faire la prière.

Les Guanches, dans leurs croyances religieuses, disaient que *Guayota,* le génie du mal, était au centre de la terre et qu'il se cachait dans la montagne qu'ils appelaient *Teide :* en outre, ils distinguaient le volcan par le nom d'*Echeide.* Ils faisaient leurs serments par Echeide ou par *Magec,* nom qu'ils donnaient au soleil. Dans les calamités publiques, surtout quand la pluie manquait, ils invoquaient leurs divinités avec des prières et des cérémonies lugubres. Dans ce cas, toute la population se retirait au fond d'une vallée : on y amenait les troupeaux, on séparait les petits de leurs mères ; et les cris des animaux et les pleurs de tout ce peuple devaient apaiser la colère d'Achaman, Dieu créateur de toutes choses.

A l'île de la Palma, on reconnaissait un être suprême qui gouvernait tout l'univers, il avait sa demeure au ciel et on l'appelait *Abara.* Comme cette île était divisée en plusieurs états, on élevait en l'honneur de ce dieu des pyramides de pierres qui servaient de point de rassemblement pour faire les offrandes : on y dansait, on y faisait de la musique et on luttait. Mais la plus grande fête de l'île était celle qu'on célébrait dans la vallée d'*Acero,* connue aujourd'hui sous le nom de *La Caldera.* On adorait un grand rocher qui s'élevait en forme d'obélisque et dominait tout le pays, et que les indigènes appelait *Idafe.* Ils n'en approchaient qu'en tremblant pour lui offrir le cœur, le foie et les poumons des animaux qu'ils tuaient pour leur nourriture. Ces offrandes étaient toujours faites par deux personnes. Quand ils étaient au pied du rocher, celui qui portait ces viscères disait en chantant : *Iguida iguan Idaf?* qui signifie : Idafe tombera-t-il ? et l'autre lui répondait : *Gurie iguan tano,* qui veut dire : Donne-lui ce que tu portes et il ne tombera pas : alors, on jetait les offrandes au pied du rocher.

Les auteurs n'ont rien dit sur la religion des habitants de l'île de la Gomère.

Ceux de l'île de Fer, appelés Bimbaches, étaient très-superstitieux. Ils avaient deux divinités, l'une était maître du bien et l'autre du mal. Ils supposaient que ces divinités descendaient du ciel pour écouter leurs prières et qu'elles se plaçaient sur deux grands rochers situés au terme de Bentayca et connus aujourd'hui sous le nom de *Santillos de los Antiguos* (petits saints des anciens). *Erahoranhan* protégeait les hommes et *Moreyba* les femmes. Quand les pluies manquaient, tous les habitants de l'île se rendaient à cet endroit, les femmes séparées des hommes, chacun invoquant sa divinité particulière. Ils jeûnaient pendant trois jours, et poussaient de grandes clameurs. Si prières et jeûnes n'apaisaient pas leurs divinités, c'est-à-dire s'il ne pleuvait pas, un vieillard, le plus vertueux d'entre eux, les menait à la grotte sacrée d'*Astheheyta,* où on nourrissait *Aranfaybo,* qui n'était autre chose qu'un porc encore jeune. Le vieillard entrait seul et après quelques heures de prières, il sortait avec l'animal caché sous ses habits : il le montrait au peuple, qui le recevait avec de grands cris de joie. Tout le temps que l'eau manquait, Aranfaybo se promenait libre dans les champs ; mais aussitôt qu'il pleuvait on le reportait en triomphe à sa grotte.

Voilà tout ce que les auteurs ont écrit sur la théogénie des primitifs Canariens; il est à regretter que les chroniqueurs Bontier et Le Verrier, qui se sont trouvés à même d'étudier cette importante question, n'en aient point parlé. Cependant en comparant la cosmogonie et la théogénie des anciens peuples avec le peu que nous connaissons de celles des Canariens, nous pouvons tirer quelques conséquences concernant leur commune origine.

La relation que le roi Juba fit des Canaries, nous montre que les colons qu'il y envoya transportèrent leurs croyances, modifiées par l'influence morale que ce roi exerça sur son peuple.

En effet, les Canariens adoraient les idoles, et le Jupiter des Romains trouvé par l'expédition d'Alphonse IV, en est une preuve. La relation de ce voyage nous dit que c'était une « statue en pierre qui figurait un » homme avec une boule à la main : cette idole était toute nue et por- » tait une espèce de tablier de feuilles de palmier qui lui couvrait les » parties honteuses. » La boule représentait le pouvoir et le symbole du monde : et le tablier celui de la chasteté, si en harmonie avec les idées de ce roi.

Les Canariens rendaient aussi un culte aux emblèmes de la fécondité (culte de Priape). Nous voyons le signe de ce culte dans ce que nous dit l'historien Andrès Bernaldez, dont nous avons déjà parlé.

Ils adoraient les éléments, semblaient en bien connaître les propriétés, car, pendant les sécheresses, après avoir été au sommet des montagnes sacrées pour faire leurs prières, ils descendaient au rivage de la mer et fouettaient l'eau avec les palmiers et les rameaux qui avaient servi dans la cérémonie religieuse. Ils avaient donc quelque idée de la relation qui existe entre les eaux de la terre et celles du ciel. Ils portaient comme amulette un triangle renfermé dans un autre, orné de lignes pointillées et terminé en pyramide dont le sommet était perforé pour le porter au cou comme les Indiens portaient le lingan, les Grecs le phallus, et comme nous portons les scapulaires et les reliquaires. On peut dire que les Canariens admettaient la Trinité, qu'ils symbolisaient de cette manière : la terre, le ciel et l'eau. Je possède deux de ces triangles et j'en présente un à la Section.

Ces peuples, éminemment pasteurs, faisaient leurs offrandes avec les objets qu'ils estimaient le plus, le lait et le beurre; ils avaient leurs figures allégoriques, la chèvre, et regardaient la mer comme un être qui donnait la pluie, de laquelle dépendait leurs richesses.

Voilà ce que mes recherches jusqu'à ce jour m'ont appris sur la religion des primitifs Canariens.

Je présente maintenant à la Section trois haches polies. La première, n° 1, a été trouvée en 1861 à la ville d'Arucas, située au nord de la Grande-Canarie. Plus tard, M. le docteur Gonzalez me donna l'autre, n° 2, trouvée au pied de la montagne de la même ville.

Ces pierres ou haches sont très-polies, régulières et en forme d'amande. Elles indiquent pour ces îles une époque néolithique parfaitement caractérisée.

D'après les faits historiques, la forme pyramidale des tombeaux, l'ordre des cérémonies religieuses, la séparation du pouvoir sacerdotal et du pouvoir politique, l'embaumement des grands, et tant d'autres faits, je suis porté à croire que les Canariens descendent des colons que Juba envoya dans le pays.

Maintenant, avant cette colonisation, a-t-il existé dans les îles un peuple ayant disparu par une cause ignorée et les haches que je viens de présenter sont-elles des vestiges de cet âge? Je l'ignore.

M. Roisel, dans son ouvrage *Les Atlantes,* soutient l'existence de l'Atlantide de Platon, et dit que ses habitants envoyèrent de nombreuses colonies en Afrique, en Europe et en Amérique, où ils portèrent leurs principes théogéniques.

La troisième hache que je présente sous le n° 3 m'a été donnée par le commandant Edouard Farinos y Vicente, qui l'apporta de l'île de Puerto Rico, une des Antilles : les habitants considèrent ces pierres comme étant tombées du ciel. Sa ressemblance avec celles trouvées à

la Grande-Canarie et celles qui existent dans les différents musées d'Europe est parfaite et l'on peut croire qu'à l'âge de la pierre polie, caractérisée par ces haches et par d'autres objets, les peuples possédaient déjà une industrie assez avancée, et l'on pourrait croire que ces instruments sont sortis d'un atelier unique et avaient la même destination.

Je doute que ces haches aient servi comme instruments industriels et qu'elles fussent employées dans les usages de la vie : dans ce cas, il est probable que leurs formes eussent été tout autres, elles eussent été moins finement travaillées et arrangées de manière à pouvoir s'en servir plus facilement, comme le polissoir que je présente. Je me demande donc si ces haches n'ont point servi au culte de ces peuples.

On sait que le feu a été en grand honneur parmi les anciens : ils l'adoraient comme le plus noble de tous les éléments : eh bien, la forme de ces haches étant celle de la flamme, ne pourrait-on supposer qu'elles ont été employées au culte que les hommes d'une autre époque rendaient à leurs divinités ? Ne voyons-nous pas aujourd'hui des objets de formes étranges faits de matières précieuses, employés de même à des usages religieux ?

Je ne suis pas en mesure de résoudre cette question, et je laisse à de plus savants que moi le soin de traiter un sujet de cette importance.

Comme on le voit, l'histoire des peuples canariens est encore bien difficile à éclaircir; nous manquons de faits positifs pour nous appuyer. On a aujourd'hui des idées arrêtées sur un sujet et il suffit d'un seul fait pour les changer demain. Cela m'est arrivé déjà, et sur bien des questions ; je ne puis rien dire d'une manière claire et précise, et laisse au temps ou à d'autres plus heureux que moi le soin de résoudre ces questions. Aussi l'histoire de ces îles, que je pense publier cette année, aura-t-elle bien des lacunes, car les auteurs, même ceux qui ont été témoins de la conquête, gardent le silence sur les mœurs, la religion, le langage, les traditions, etc., des primitifs Canariens.

M. LE Dr PETIT

De Nantes.

PRÉSENTATION D'UN MICROCÉPHALE

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 21 août 1875. —

M. le docteur LAENNEC présente au lieu et place de M. le docteur PETIT, empêché, un microcéphale âgé de quatorze ans, du sexe masculin, placé depuis un certain temps à l'asile public des aliénés de Nantes.

Ce sujet est absolument inconscient de ses actes, et les manifestations intellectuelles dont il est capable sont très-rares et très-rudimentaires.

DISCUSSION

M. le docteur DALLY fait remarquer que le sujet ne peut être considéré comme absolument dépourvu d'intelligence. La satisfaction non équivoque qu'il a manifestée lorsqu'on lui a offert un morceau de sucre en est la preuve.

Son langage se réduit aux deux syllabes *oui* et *la,* qu'il répète indifféremment; mais l'intonation qu'il y met est l'indice de la joie qu'il entend exprimer en les prononçant.

M. le docteur LAENNEC insiste sur l'inconscience absolue du sujet en ce qui concerne le danger et la direction dans laquelle se portent ses pas, et appelle l'attention sur la conformation des mains, rendue vicieuse par l'atrophie des pouces, surtout à droite, et l'impossibilité du mouvement d'opposition.

M. le docteur BROCA. Il résulte de l'atrophie du pouce et du défaut d'opposition signalés par M. Laennec que la main présente seulement le sillon transversal, comme la main du chimpanzé.

De plus, la dentition est en retard. Parvenu à l'âge de quatorze ans, le sujet n'a, en effet, que douze dents.

A propos de ce cas individuel de microcéphalie, M. Broca présente des crânes et cerveaux de microcéphales provenant des collections du laboratoire d'anthropologie.

La microcéphalie, dit M. Broca, offre des degrés très-divers. Parfois l'arrêt de développement de toutes les parties du cerveau est simultané. Cet arrêt, portant à la fois et à un égal degré sur l'ensemble de l'encéphale, a une double conséquence : conservation des proportions normales sous un type réduit; arrêt de développement du reste de l'organisme. Les prétendus Aztèques observés récemment à Paris sont des exemples de cette variété. Les microcéphales qui rentrent dans cette catégorie ne sont pas les plus dénués d'intelligence.

En outre, il existe des microcéphales dont le reste du corps a acquis un développement normal (microcéphales non nains), ceux-là sont idiots ; puis les microcéphales nains se subdivisent en microcéphales avec intelligence enfantine et en microcéphales tout à fait idiots. Enfin, une partie des idiots qu'on observe communément dans les asiles d'aliénés constituent une catégorie de demi-microcéphales intermédiaires entre le type pur de l'arrêt de développement, et celui du développement normal du crâne.

Chez les microcéphales, il y a à considérer deux choses : le crâne, le cerveau.

Chez ceux qui sont parvenus à l'âge adulte, ce qui frappe immédiatement c'est le développement énorme de la région faciale, comparativement à celui de la région crânienne. C'est le cas du sujet présentement en observation quoiqu'il soit encore assez loin de l'âge adulte.

Les muscles proposés à la mastication sont particulièrement développés. Or, sur un crâne de dimensions réduites, pour que les muscles temporaux, dont le volume est exagéré, trouvent leurs points d'insertion, il leur devient nécessaire d'empiéter sur la région pariétale. Il s'ensuit que les deux lignes courbes temporales se rap-

prochent quelquefois beaucoup de la suture sagittale, comme cela a lieu chez le chimpanzé.

Autre point à noter : le défaut de développement du crâne dans la microcéphalie n'entraîne pas l'absence ou la déformation de l'un ou de l'autre des os en particulier qui composent la boîte crânienne. Seule l'apophyse d'Ingrassias du sphénoïde est comme boursouflée et renflée en forme de massue.

Quant aux sutures, elles sont souvent, mais non toujours, remarquables par leur simplicité, simplicité qui constitue dans l'échelle animale un caractère d'infériorité. Presque toujours elles sont libres. Ce n'est pas à leur réunion prématurée que peut être attribué l'arrêt de développement du cerveau ; car le développement du cerveau humain se continue longtemps après que celui du reste de l'organisme a pris terme. Il peut se poursuivre jusqu'à la quarantième année chez les sujets dont l'encéphale est incessamment exercé.

Il en est autrement du cerveau simien. Chez le singe, la soudure précoce des sutures entraîne normalement un écart plus grand entre le volume du crâne et celui du corps pour le singe adulte, que l'écart existant entre le volume du crâne et celui du corps pour le singe enfant. De même, les manifestations intellectuelles du singe enfant sont plus actives et plus complexes que celles dont le singe adulte est capable.

Il n'est pas possible d'admettre, que la réunion prématurée des os du crâne soit la cause de l'arrêt de développement du cerveau, qui se trouverait de la sorte emprisonné dans une boîte trop étroite. M. Baillarger nous a donné un crâne microcéphale provenant d'un sujet de seize ans, sur lequel la suture sagittale a complétement disparu ; mais nous sommes en droit d'affirmer que cette soudure n'a pas été la cause du défaut de croissance du cerveau. Toutes les autres sutures, en effet, sont libres, de sorte que, si le cerveau n'avait pas perdu préalablement son pouvoir d'accroissement, il se serait développé par compensation en longueur et en hauteur, comme cela s'observe dans le cas bien connu de la scaphocéphalie. J'ajoute que dans l'immense majorité des cas, les sutures des crânes des microcéphales restent libres jusqu'à l'âge adulte.

Quant à l'angle facial, qui, chez l'homme normal ne doit pas descendre au dessous de 60 degrés, il est chez les microcéphales, par suite du défaut de rapport entre le développement des os du crâne et celui des os de la face, de 50 à 60 degrés environ. Voilà un indice non équivoque d'un retour, chez le microcéphale, vers les caractères simiens.

D'un autre côté, l'évolution dentaire, chez le singe, est beaucoup plus précoce que chez l'homme. Or, chez le microcéphale, l'évolution dentaire se trouve retardée. Voilà un signe de divergence entre la microcéphalie et un retour vers les caractères simiens.

Disons-le enfin, cette affection du crâne, en raison de laquelle son développement s'arrête, n'a pas dans le crâne lui-même sa cause essentielle.

Cette cause est dans le cerveau, qui, restant au dessous de son volume normal, cesse de provoquer l'accroissement du crâne. Le crâne conserve donc une conformation comparable à celle des crânes qui renferment normalement un petit cerveau ; on peut dire qu'il est le siége d'un arrêt de développement, et on peut expliquer ainsi la ressemblance qu'il présente avec celui des singes, ressemblance signalée par M. Vogt.

Mais le défaut de croissance du cerveau peut-il être attribué à un arrêt de développement ? Sur ce point je ne saurais partager l'opinion de notre éminent collègue. Je ne nie pas que le cerveau de certains microcéphales ne soit le siége d'un arrêt de développement. Parmi les cerveaux que je vous présente, il en est un dont les circonvolutions, très-grosses et très-simples, présentent un état assez analogue à celui que l'on observe chez les fœtus de sept à huit mois; mais en voici d'autres dont le type est entièrement différent. Sur l'un d'eux, le lobe frontal est extrêmement petit ; sur un autre, provenant d'un microcéphale adulte, non nain, et d'une force herculéenne, le lobe frontal est au contraire très-grand, quoique les circonvolutions dont il se compose soient d'une simplicité extraordinaire et d'une largeur exagérée. Les circonvolutions pariétales et occipitales présentent, en outre, une disposition qui ne s'observe à aucun âge de la vie fœtale, et qui ne se retrouve chez aucun animal. Sur un autre enfin, les lobes occipitaux sont presque nuls ; les pariétaux sont très-petits, et il en résulte que les hémisphères cérébraux ne recouvrent nullement le cervelet; ils sont entièrement placés en avant de lui, comme cela s'observe chez les ruminants. Les lobes frontaux, au contraire, sont relativement très-grands, et ce qu'il y a de plus remarquable c'est que ce cerveau présente des circonvolutions très-nombreuses, très-compliquées, très-étroites, très-flexueuses, qui contrastent d'une manière étonnante avec la simplicité des circonvolutions de nos autres microcéphales.

Ainsi, les cerveaux des microcéphales présentent les anomalies les plus variables et les plus disparates ; cela permet d'affirmer que la microcéphalie dépend de causes très-diverses et d'exclure, sinon d'une manière absolue, du moins dans beaucoup de cas, et probablement dans la grande majorité des cas, la théorie de l'arrêt de développement. Le seul caractère commun à tous les cerveaux microcéphales, c'est la petitesse, d'ailleurs très-variable, de leur volume. Toute cause qui, d'une manière quelconque, nuit gravement à la croissance générale ou partielle du cerveau, produit la microcéphalie ; mais jamais on ne confondra le défaut de croissance avec l'arrêt de développement.

M. Carl Vogt. Lorsque j'ai abordé l'étude de la microcéphalie, je me suis demandé si, dans le développement du cerveau, la défectuosité dépendait de la soudure prématurée des sutures crâniennes, ou bien si elle était due à une cause étrangère à ce fait anormal. Or, il existe des crânes microcéphales présentant des sutures parfaitement libres. Il n'est pas permis d'invoquer la synostose comme cause primitive de l'affection.

Sans insister outre mesure sur les caractères simiens ou antisimiens du crâne des microcéphales, il convient pourtant de faire remarquer que leur cerveau s'éloigne par la rareté des plis des circonvolutions de celui du singe. Au point de vue de la richesse des circonvolutions, le microcéphale est au dessous du chimpanzé.

Chez le microcéphale, le lobe frontal et le lobe pariétal ne parviennent pas au contact. Le lobe de l'insula reste découvert dans une étendue plus ou moins grande.

Chez le singe, au contraire, le lobe de l'insula est recouvert par le repli central de la circonvolution frontale.

La face des microcéphales conserve les caractères humains. C'est à la défectuo-

sité du développement de sa charpente qu'elle doit l'expression de bestialité que donne le prognatisme. Leur cervelet n'est point recouvert par le cerveau. Or, il est à remarquer que la base de leur crâne a une étendue presque égale à celle d'un homme normalement constitué. Si, maintenant, dans un crâne dont la base a des dimensions normales, vient se placer un cerveau incomplétement développé, il est évident que le cervelet restera à découvert.

Autre considération : même en cessant de se développer normalement, un organe n'en continue pas moins à se développer dans un sens déterminé. Le phénomène anormal qui se produit consiste plutôt en une déviation qu'en une stase dans l'évolution régulière.

Ainsi, tout embryon humain traverse, pendant le cours de la vie fœtale, une période pendant laquelle il est pourvu de fentes branchiales ; mais, pour que son développement se poursuive régulièrement, et sous peine de conserver à jamais des traces de cet état essentiellement transitoire, tout embryon doit franchir cette période rapidement. La fissure congénitale du cou est la marque de la lenteur qu'il y a mise. Le développement ne s'est pas arrêté ; il a continué à s'effectuer, mais dans une direction vicieuse.

Il en est de même dans la microcéphalie. Pour la portion de la masse cérébrale dont le développement continue, le développement est dévié de la route qu'il devrait suivre par l'arrêt de développement qui se produit dans l'autre portion de l'encéphale.

Quant à la cause de cet arrêt de développement, le doute le plus absolu, dit en terminant M. Carl Vogt, règne encore dans la science à ce sujet.

Récemment, un savant, M. Glays, a émis l'hypothèse que certains états morbides de l'utérus pourraient, par les compressions dont ils seraient l'origine et que subirait le vertex du fœtus, être le point de départ de la difformité. C'est là une opinion personnelle qu'il conviendrait de vérifier.

M. Léon BUREAU

De Nantes.

ETHNOGRAPHIE DE LA PRESQU'ILE DE BATZ

— Séance du 23 août 1875 (1). —

I. — DESCRIPTION DES COSTUMES.

M. Bureau fait successivement passer sous les yeux des spectateurs les différents groupes qui avaient été convoqués.

Le premier groupe comprenait des hommes et des femmes du pays de Guérande. Les hommes, vêtus d'une grossière étoffe de bure brune, portaient encore naguère les braies antiques et les longues guêtres montant jusqu'aux genoux, avec le chapeau à petits bords orné de chenilles de laine aux couleurs vives. Mais ce costume est à peu près perdu ; il n'en existe plus, dans tout le canton, que huit ou

(1) Cette séance a été tenue au Bourg-de-Batz.

dix spécimens, dont deux étaient présents à la séance du Congrès. Les femmes sont remarquablement gracieuses avec leurs coiffes, dont elles relèvent les longues *barbes* sur le sommet de la tête. Lorsqu'elles entrent à l'église, elles laissent pendre sur les épaules ces mêmes *barbes,* qui encadrent alors le visage de la façon la plus heureuse et lui donne un air de dignité qu'on a souvent comparé à la physionomie grave des sphinx égyptiens.

Les deuxième et troisième groupes comprenaient les représentants des populations salicoles de Saillé et du Bourg-de-Batz. Les costumes sont remarquables par leur beauté et leur richesse. Les hommes sont vêtus de plusieurs gilets étagés, blancs, bleus, bruns ou rouges. Lorsqu'ils sont en deuil, ils jettent sur leurs épaules un petit manteau noir à l'espagnole. Ils portent le large chapeau à *trois pics,* les culottes courtes bouffantes, bas blancs et souliers de daim jaune. On a beaucoup admiré le superbe costume de la mariée : manches rouges, tablier de soie rouge avec *pièce* haute et roide, composée de rubans dorés à fleurs, cousus ensemble et montés sur une espèce de plastron qui couvre toute la poitrine.

Une pièce bizarre du costume a surtout fixé l'attention des spectateurs. C'est une sorte de cape, munie d'une bordure de longs poils noirs ou verts. La cape verte se porte à la messe des relevailles, lorsque l'accouchée fait sa première entrée à l'église. L'autre, la noire, est un vêtement de deuil.

Le paludier, les jours de travail, porte un long sarrau de toile blanche, d'une propreté toujours irréprochable. Ce sarrau est muni, sur la poitrine, d'une large poche avec deux ouvertures verticales.

II. — DE LA PRÉTENDUE ORIGINE SAXONNE DES HABITANTS DE LA PRESQU'ILE DE BATZ.

Je vais me borner, messieurs, dans cette courte communication, à examiner la presqu'île de Batz, au seul point de vue ethnographique; celui qui présente pour vous le plus d'intérêt. On ne possède d'ailleurs que peu de détails sur son histoire. Vous trouverez à peu près tout ce qu'on en connaît dans le *Dictionnaire de Bretagne,* d'Ogée, et dans un petit livre fort bien fait qui porte ce titre trop modeste : *La Presqu'île guérandaise et les bains de mer de la côte. Guide du Touriste*, par M. J. Desmars. Redon, 1869 (1). Je rappellerai seulement que, d'après ces auteurs, le Bourg-de-Batz doit son origine à un ancien prieuré, fondé en 945, par Alain Barbe-Torte, en faveur des religieux de Landevennec. Vous pouvez voir encore, ici près, l'ancienne cour dallée, qui a conservé le nom de *Cour du Prieuré.*

(1) On trouve encore beaucoup de renseignements intéressants dans un livre plein d'érudition: *Corbilon. Samnites-Venètes-Namnètes. Bretons de la Loire.* Nantes, 1868, dans lequel l'auteur, M. le vicomte S. de Kersabiec, se propose d'établir que le Κορβιλων dont il est question dans Strabon, *Géogr.* liv. IV, doit être cherché au village actuel de Beslon, près le Pouliguen.

Je dois encore mentionner deux Notes archéologiques du docteur Joseph Foulon, l'un des savants qui connaissent le mieux la presqu'île guérandaise: *Les moulins de Cramaguen,* et la *Tour de Tréveday,* dans le Bulletin de la Société archéologique de Nantes, 1869.

Les anciens habitants de Batz étaient, dit-on, des Saxons. Les rares auteurs qui ont écrit sur ce pays, l'affirment avec un ensemble parfait. Ils ajoutent même que, depuis quatorze siècles, malgré les travaux pénibles et les voyages continuels auxquels ils se livrent, les habitants actuels ont conservé les traces non équivoques de leur ancienne origine (1). Cela est tellement admis, qu'un auteur sérieux, Roget de Belloguet, dans son *Ethnogénie gauloise*, parle, comme d'un fait à peu près acquis pour la science, des pêcheurs grands et blonds de Saillé (2) et de Batz, descendants des Saxons de la Loire (3).

Ce qu'il y a de plus curieux, c'est que cette opinion a fait son chemin avec tant de bonheur, que nos paludiers eux-mêmes l'ont adoptée ; si bien qu'on a fini par croire à une véritable tradition. J'espère cependant prouver que cette *tradition* est de date moderne, et qu'elle ne doit son origine qu'à une interprétation trop libre donnée par l'abbé Travers à un texte de Grégoire de Tours. Mais je dois entrer dans quelques détails, car il s'agit d'affranchir nos annales d'une erreur qui y a usurpé l'importance d'un véritable fait historique.

Travers fait allusion aux deux textes suivants, dont le premier est de Grégoire de Tours et le second de Fortunat :

« His actis, inter Saxones et Romanos bellum gestum est. Saxones, » terga vertentes, multis ex eis extinctis, INSULÆ EORUM, cum multo » populo interemto, a Francis captæ atque subversæ sunt. » (Greg. Tur. *Epitome* XII) (4).

.....
Candidus egreditur nitidis exercitus undis,
Atque vetus vitium purgat in amne novo.
.....
Mitibus alloquiis agrestia corda colendo,
Munere Felicis, de vepre nata seges.
ASPERA GENS SAXO, vivens quasi more ferino,
Te medicante, Sacer, bellua reddit ovem.

(Ven. Fortunat. l. III, carm. 7, dans *Collectio Pisaurensis*, t. VI, p. 204.)

Se fondant, dis-je, sur ces deux textes, l'auteur de l'*Histoire de Nantes* a écrit :

« Une colonie de Saxons, reste d'une de ces armées de barbares qui » avaient tant de fois inondé les Gaules, s'était établie dans le terri-

(1) *Recherches économiques et statistiques sur le département de la Loire-Inférieure ; Annuaire de l'an XI* (par Huet de Coetlisan), Nantes, an XII, p. 30.
(2) La population de Saillé se compose exclusivement de paludiers et de laboureurs.
(3) R. de Belloguet. *Ethnogénie gauloise*, t. II, p. 38.
(4) C'est la répétition, presque mot pour mot, du passage de l'*Historia Francorum*, t. II, XIX.

» toire de Nantes, DU CÔTÉ DU CROISIC, et y vivait encore dans l'idolâ-
» trie. Félix travailla avec tant de succès à leur conversion, que ces
» hommes, qui paraissaient comme autant de bêtes féroces, devinrent
» les ouailles de Jésus-Christ, et le saint évêque eut la consolation de
» les baptiser solennellement à une fête de Pâques (1). »

Quel motif peut avoir porté Travers à identifier les *insulæ eorum* de Grég. de T. avec le Croisic ?

Je n'en vois qu'un seul : c'est le rapprochement de ce texte et du suivant de la *Notitia Dignitatum :* Tribunus cohortis primæ novæ armoricæ, Grannona in littore Saxonico (2).

Or, Grannona, c'était Guérande, selon Hadr. de Valois (3). Travers a donc fait, je suppose, le raisonnement que voici : Le texte de Grég. de T. apprend que les Saxons étaient établis dans des îles (*insulæ eorum*) ; celui de la *Notitia,* qu'une côte, celle de Guérande, sans doute, s'appelait la côte saxonne ; il est donc naturel de conclure que les îles de la côte guérandaise, Batz et le Croisic, étaient précisément les îles des Saxons.

Mais il paraît que la leçon *insulæ eorum* n'est pas absolument certaine. Deux éditions de Grég. de T., citées par MM. Guadet et Taranne, t. IV, p. 170, donnent *in solo... capti atque subversi ;* et d'un autre côté, d'Anville, dont l'autorité fait bien contre-poids à celle d'Hadr. de Valois, place Grannona à Port-en-Bessin, en Normandie (4). Les données sur lesquelles s'appuie Travers pour en tirer une conséquence importante ne sont donc pas incontestables.

De plus, dans le passage de Fortunat, relatif au baptême des Saxons, rien ne donne à entendre que le Croisic ait dû être le théâtre de cet événement. Sélon Dom Lobineau, en effet, la cérémonie eut lieu « dans la » grande et magnifique église dont Evemer, prédécesseur de Félix, » avoit jetté les fondemens (5). » Gérard Mellier pense aussi lui que les Saxons qui furent baptisés par saint Félix, étaient établis à Nantes (6), et cette opinion est justifiée par le vers de Fortunat : *Atque vetus vitium purgat* IN AMNE NOVO. L'AMNIS NOVUS dont il est question me semble une allusion évidente aux travaux entrepris par l'illustre évêque de Nantes pour faire passer sous les murs de la ville un des bras de la

(1) L'abbé Travers. *Hist. civ., pol. et relig. de la ville et du Comté de Nantes,* publiée sous la direction de A. Savagner. Nantes, 1836. t. I, p. 70. Travers a écrit son histoire entre 1729 et 1750.

(2) *Notitia Dignitatum,* dans le *Rec. des Historiens des Gaules,* t. I, p. 125.

(3) Hadriani Valesii, *Notitia Galliarum,* p. 236.

(4) D'Anville, *Notice de l'ancienne Gaule,* p. 359.

(5) D. Lobineau, *Hist. de Bretagne,* 1707, t. I, p. 12.

(6) *Essai sur l'Hist. de la Ville et du Comté de Nantes,* composée en 1719 par Gérard Mellier, publié par M. Léon Maître, archiviste de la Loire-Inf. Nantes, 1872, p. 25.

Loire; travaux que Fortunat a chantés dans son carm. 8 (1) qui a pour titre : *Ad Felicem Episcopum, cum alibi detorqueret fluvium.*

Travers est donc *le premier* qui place au Croisic le baptême des barbares, et je ne lui connais pas pour cela d'autre raison que le rapprochement qu'il a dû faire entre les *insulæ* de Grég. de T. et la *Grannona* de la *Notitia*, identifiée avec *Guérande.*

Mais ce qui a donné à l'opinion de Travers une force considérable, c'est une note de Huet, renfermant une erreur matérielle; erreur répétée avec aggravation par J. Morlent (2), qui l'a décidément implantée dans notre histoire locale où elle est restée stéréotypée jusqu'à ce jour. La note de Huet était ainsi conçue: « Note *. Fortunat, l. III, carm. 8 (3). « Tous les Saxons *furent baptisés le jour de Pâques, 557 ou 58.* Le » nom donné au pays qu'ils occupaient atteste ce triomphe de la croix, » VICUS CRUCIACUS, le Croisic (4). »

Quatorze ans plus tard, Morlent, qui avait Huet sous les yeux (5) et qui pourtant le copiait mal, écrivait : « Les historiens ne sont pas d'ac- » cord sur l'étymologie du nom que porte cette ville (le Croisic)... FOR- » TUNAT l'appelle VICUS CRUCIACUS en l'honneur de la conversion des » Saxons qui l'habitaient et *qui furent baptisés le jour de Pâques,* » *557 ou 58* (6). »

L'erreur était lancée. Fortunat devenait, à partir de ce moment, la grande autorité qu'on citerait à l'avenir pour établir l'origine saxonne des paludiers de Batz. Richer, 1823 (7) ; Le Boyer, 1823 (8) ; l'éditeur de Travers, 1836 (9) ; Caillo, jeune, 1842 (10) ; Talbot et Guéraud,

(1) *Collectio Pisaurensis*, t. VI, p. 204.

(2) J. Morlent. *Précis hist., statist. et minéral. sur Guérande, le Croisic et leurs environs*, Nantes, 1819, p. 131.

(3) Cette pièce ne porte pas le même n° dans toutes les éditions de Fortunat : dans *Maxima Bibl. vet. Patrum*, t. X, et dans le *Rec. des Hist, des Gaules*, t. II, c'est le carm. 9; Travers la désigne comme le carm, 3 ; Huet indique carm. 8.

(4) *Recherches écon.*, p. 5. Plus loin, p. 30, on lit ce passage auquel j'ai déjà fait allusion, et qui n'est que le commentaire libre de la Note ci-dessus : « Les habitants de Batz sont d'origine » saxonne ; et depuis quatorze siècles, malgré les travaux pénibles et les voyages continuels » auxquels ils se livrent, les deux sexes ne démentent point cette origine. » — C'est la *première fois*, à ma connaissance, que cette opinion ait été émise.

(5) « J'ai sous les yeux la *Statistique de la Loire-Inférieure, an XI.* » (Morlent, p. 98, note 1.)

(6) Ces derniers mots soulignés, rapprochés des mots identiques de la *note* de Huet, prouvent bien que Morlent écrivait *d'après* cet auteur.

(7) Richer, *Description du Croisic et d'une partie de la côte voisine.* Nantes, 1823, p. 61. Il est facile de voir, en lisant Richer, qu'il devait s'en rapporter à l'autorité de Morlent.

(8) J. Le Boyer. *Notices sur les villes et les principales communes du dép. de la Loire-Inférieure.* Nantes, 1823, p. 70 ; et 2e édition, 1825, p. 68.

(9) Aug. Savagner, professeur d'histoire au collége royal de Nantes, en 1836.

(10) Caillo, jeune. *Notes sur le Croisic,* Nantes. 1842, p. 9.

1849 (1) ; J. Desmars, 1869 (2), etc., sont convaincus *que Fortunat désigne sous le nom de Vicus Cruciacus* le lieu où furent baptisés les Saxons.

Or, ces mots : *Vicus Cruciacus* ne se trouvent pas dans Fortunat. Morlent a cru à tort que Huet, dans sa *note* citée plus haut, les attribuait à ce poëte. Il suffit de relire cette *note* attentivement, pour se rendre compte de l'erreur. Huet a dû prendre ces mots dans Hadr. de Valois, et attribuer au Croisic, par une distraction vraiment incroyable, une dénomination qui s'appliquait au bourg de Crouy, arrondissement et canton de Soissons (Aisne). L'auteur des *Recherches écon.* ne citant pas la source où il a puisé, je vais donner en entier, pour que l'évidence soit palpable, l'article d'Hadr. de Valois qui a donné lieu à cette étrange méprise.

« CROVIACUM. *Fiscum Croviacum, Croniacum etiam,* et non-
» nunquam CROICIACÚM VILLAM REGALEM, in veteribus tabulis ac in
» vita S. Medardi, vocari aiunt indigenæ locum in quo unà cum Basilica
» Monasterium S. Medardi extructum est, atque ubi pius Antistes sepul-
» tus est. Hodieque VICUS Croviacus vel CROICIACUS, vulgo Croüy,
» parum distat a monasterio Suessionico S. Medardi, ad ipsumque per-
» tinet : qui vicus (ut nomen hodieque et vicinia indicant) *villæ regalis*
» fiscalisve *Croiciaci* pars videtur fuisse. » (Hadr. Val. *Notitia Galliarum.*)

Le Croisic, autrefois, était ville royale. Ce sont les mots *Croiciacum villam regalem* et *vicus Croiciacus* qui ont sans doute trompé Huet.

Il me reste à examiner deux textes qui, dans l'ouvrage de M. Desmars, semblent venir corroborer l'opinion de l'origine saxonne des paludiers.

M. J. Desmars rappelle un passage de la vie de saint Gwennolé, inscrite en vers latins au Cartulaire de Landevennec (3). Ce texte établit, dit-il, que le roi Gradlon « aurait fait, vers 495, contre les Saxons de nos côtes, une expédition victorieuse. »

Il y a là une légère inexactitude : il n'est pas question des Saxons dans la *Vie* du Cartulaire, mais des Normands, et ce détail a son importance, car il prouve que le document est très-postérieur à l'événement qu'il rapporte. La vie de saint Gwennolé du Cart. de Landevennec a été en effet, rédigée par l'abbé Gurdestin en 884 (4). D'ailleurs, il n'y est

(1) E. Talbot et A. Guéraud. *Petite géographie populaire de la Loire-Inférieure.* Nantes, 1849. p. 241.

(2) J. Desmars. *La Presqu'île guérandaise et les bains de mer de la côte.* Redon, 1869, p. 94.

(3) *Biogr. bret.* de M. Levot, art. GRADLON, t. I, p. 831.

(4) Levot. *Notice sur Landevennec,* p. 15.

pas dit que ce fut spécialement contre un parti de barbares *établis sur nos côtes* que le roi Gradlon tourna ses armes, mais d'une façon plus générale, qu'il élargit les limites de son royaume en le délivrant de la piraterie des hommes du Nord, et que *la Loire même* avait été témoin de ses exploits, ce qui est bien différent. En tout cas, la traduction des mots *Liger fluvius,* par l'île de Batz, me semble une interprétation par trop libre et qui suppose une idée préconçue.

Enfin, l'auteur de la *Presqu'île guérandaise* nous dit que « Lam-
» bert, pour se venger des Nantais, qui l'avaient chassé de leur ville,
» décida les barbares (les pirates du Nord) à le suivre » et qu' « il les
» fit descendre *en une isle qui s'appelle Batz*, et de là les conduisit
» à Nantes qu'ils prirent d'assaut le 24 juin 843. »

M. Desmars fait ici allusion à un passage du *Chronicon Namnetense.* Il n'y est point dit que Lambert *fit descendre* les Normands dans l'île de Batz, mais qu'il les pilota jusqu'à l'île de Batz : *usque insulam Bas pervenerunt.* S'ils y mirent ou non pied à terre, je ne le sais pas plus que personne ; cependant il n'est guère vraisemblable que ces Normands aient pu faire souche chez nous. Il ressort en effet, de la suite même du texte qu'ils ne séjournèrent pas à Batz avant la prise de Nantes, puisque ce désastre arriva 30 jours seulement après que Lambert eut été chassé de la ville ; temps à peine suffisant pour son voyage à la recherche des pirates et son retour avec eux, par mer, *en contournant toute la Bretagne* (1). Ils n'y séjournèrent pas non plus après, car il est dit qu'ils pillèrent le pays au sud de la Loire, puis, ayant mis à la voile pour retourner chez eux, ils furent surpris par un violent vent du Nord qui les jeta sur les côtes d'Espagne (2).

Je ne prolongerai pas davantage cette aride discussion. Je crois avoir passé en revue tous les textes invoqués jusqu'à présent en faveur de l'origine saxonne des paludiers, et ces textes me semblent complétement insuffisants pour servir de base à une théorie ethnologique de cette importance.

Laissons donc de côté les documents historiques, et passons à l'examen de la population actuelle de la presqu'île de Batz.

On prétend généralement qu'elle offre le plus frappant contraste avec celle de la région continentale. « Les jours de foire ou de marché, écrit
» M. Pol de Courcy, rien de plus attrayant que d'aller étudier succes-
» sivement à chacune des portes de Guérande le contraste des diverses
» populations de la commune, dans laquelle tout diffère, type, expres-

(1) Namque Normanos et Danos... alloquens induxit ut per mare Oceanum navigantes *Britanniam novam circuirent. Chronicon Namnetense,* dans D. Lobineau, Pr. coll. 37.

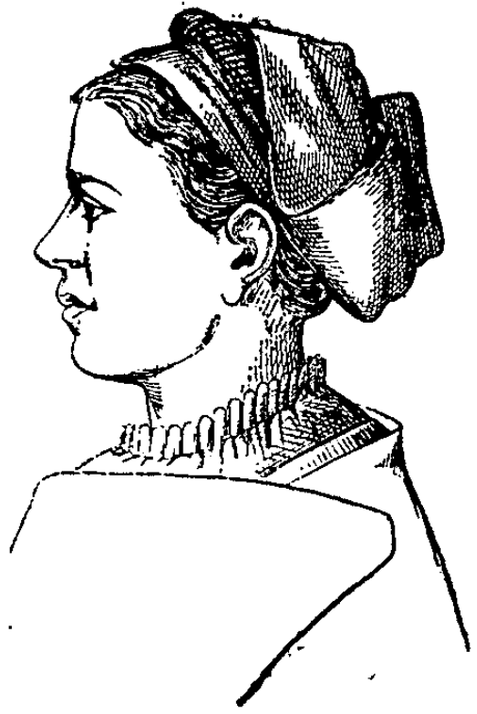
(2) Et volentes inde *ad regionem suam navigare,* ventus aquilo violenter coactos usque ad Galliciam reduxit. d° col. 38.

- Ailes ou *barbes* de la coiffe ordinairement attachées sous le menton.
  - Pignon de la coiffe *saillant.* — *Saillé,* Quéniquen, Clis, Trescallan, *la Turballe.*
  - Pignon de la coiffe *rentrant.* — *Bourg-de-Batz* et les villages de langue bretonne : Kervalet, Trégaté. Kermoisan et Roffiat.
- Ailes ou *barbes* tombantes ou relevées sur le fond de la coiffe.
  - Coiffe sans pignon. — La campagne de *Guerande, Saint-Molf, Escoublac, Saint-Lyphard, Saint-André-des-Eaux.*

Coiffe a bourrelet : Les cheveux, enroulés en spirale par un lien blanc, sont ramenés en couronne sur le front, et forment un *bourrelet,* visible sous le tissu très-léger du serre-tête.

Fig. 93. — Classification des diverses coiffures

POPULATION SALICOLE



POPULATION AGRICOLE

de la presqu'ile de Batz (Loire-Inférieure).

» sion, habits, mœurs (1). » Déjà l'annotateur d'Ogée avait dit : « Les » paludiers guérandais ne ressemblent aucunement à leurs voisins les » métayers, avec lesquels ils vivent en perpétuelle mésintelligence (2). »

Je ne saurais dire si cette mésintelligence que l'auteur a cru remarquer entre les populations agricole et salicole est réelle ou imaginaire, mais il n'est pas besoin d'être un profond observateur de la nature humaine pour savoir que ce caractère n'a rien d'incompatible avec une très-proche parenté. Pour ma part, j'avoue qu'après une longue observation, je n'ai pu trouver aucun trait caractéristique essentiel qui distinguât l'une de l'autre ces deux populations. Je leur trouve, au contraire, de nombreux points de ressemblance, et je vais tâcher de vous les signaler.

La population de Batz n'est pas, comme on l'a dit, plus grande que celle du canton voisin. Le tableau de la taille moyenne des conscrits, relevé d'après les registres des conseils de révision, montre qu'à Saint-André-des-Eaux, par exemple, la taille est tout aussi belle (1m 690). J'ajoute que la coloration des cheveux est la même qu'à Batz dans tout le canton de Guérande, et qu'on y trouve des blonds à peu près en même proportion.

Les costumes de la région continentale, qui ne sont perdus que depuis peu d'années, étaient semblables. pour la forme, à ceux de la région salicole et n'en différaient guère que par l'étoffe. Vous pouvez vous en rendre compte par vous-mêmes, en comparant au costume des paludiers celui des anciens paysans guérandais, dont vous avez ici deux des derniers représentants.

Les anciens mobiliers sont tout à fait du même modèle, dans les fermes et dans le marais.

Les coiffes des femmes sont d'un même type. Le tableau ci-joint (fig. 93), permet de saisir du premier coup d'œil l'analogie sur ce point, que je considère comme un indice presque certain de parenté chez nos populations bretonnes.

L'habitude de ne se marier qu'entre gens de la même commune n'appartient pas exclusivement à Batz. Il en est ainsi, plus ou moins, dans tout le pays environnant ; mais à Batz, cette coutume a été observée plus rigoureusement qu'ailleurs, à cause de l'industrie spéciale des habitants, de la langue bretonne et du costume, plus fidèlement conservés. Aussi voit-on ici un nombre incroyable de personnes portant un même nom de famille.

(1) Pol. de Courcy. *Les villes de Bretagne. Guérande. Revue de Bret. et de Vendée*, 2e série, t. III. — Ou *De Nantes à Brest, à Saint-Nazaire*, etc., Collect. des Guides-Joanne, 1865, p. 172.

(2) Ogée. *Dict. de Bret*, t. I, p. 326.

Au pied même de ce clocher, dans ces maisons qui nous environnent, il y a 232 individus du nom de *Le Huédé*. Au village de Trégaté, il y en a 60 sur 212 habitants. Enfin, dans la commune entière, on en compte 490 sur 2,733 habitants.

Les autres noms propres les plus répandus sont : Pichon, 193 ; Cavalin, 149 ; Montfort, 144 ; Picaud, 138 ; Le Callo, 125 ; Nicol, 113 ; Le Duc, 101 ; Mouilleron, 94 ; Le Berre, 88 ; Lescaudron, 82 ; Régent, 80 ; Le Gars, 74 ; etc.

A Saillé, c'est plus fort encore. Il y a aussi des *Le Huédé* en nombre respectable (on en compte 35) ; mais le nom dominant est celui de *Macé,* que portent près du quart des habitants du bourg (1). Là, comme à Batz, on ne peut se reconnaître qu'en ayant recours aux surnoms, qui sont d'un usage général.

Sans atteindre cependant une semblable proportion, nous trouvons aussi dans la population agricole des noms de famille très-répandus, tels que *Guéno,* 183 ; *Bertho,* 196, etc., dans les communes d'Escoublac et de Saint-André-des-Eaux.

La langue bretonne elle-même, qui forme ici un îlot, à 35 kilomètres, en ligne droite, de la Bretagne *bretonnante;* la langue bretonne, dis-je, n'est pas non plus un caractère spécial propre aux paludiers de Batz. Le breton était parlé à Piriac au XVII[e] siècle (2), et même sans doute au XVIII[e] (3).

En résumé, la population actuelle de Batz me semble se rattacher à celle de la région continentale d'une façon très-naturelle, et je ne vois pas qu'il soit besoin de l'hypothèse d'une colonie saxonne ou autre, hypothèse que rien n'autorise, pour expliquer quelques singularités qui sont beaucoup plus apparentes que réelles.

Il me semble, en tout cas, qu'il ne doit plus être permis de reprendre cette thèse sans l'appuyer de documents et de faits nouveaux.

Je reviens au dialecte breton de Batz qui est encore parlé ici par une partie de la population, dans quatre gros villages et quatre petits, à savoir :

Kervalet, 512 habitants ; Beauregard, 34 ; Kerdréan, 42 ; Trégaté, 212 ; Kermoisan, 217 ; Roffiat, 222 ; Kerbean, 47 ; Le Guho, 34.

C'est à Trégaté et à Roffiat que la langue s'est le mieux conservée, mais elle s'y perd rapidement par l'habitude que l'on a adoptée, depuis quatre ou cinq ans, de parler français aux enfants. Il en résulte que, dans la génération qui grandit actuellement, il n'y aura pas un seul

(1) 193 *Macé* sur 837 habitants.

(2) L'abbé Loyer. *Langue bretonne parlée à Piriac au XVII[e] siècle. Rev. des Prov. de l'Ouest;* t. V.

(3) Gérard Mellier. *Essai sur l'Hist. du Comté de Nantes,* p. 24.

bretonnant. Aujourd'hui même, je n'évalue pas à plus de 400 le nombre des personnes dont le breton est la langue *habituelle*.

Le dialecte de Batz est tout à fait spécial à cette presqu'île. Il se rattache au vannetais en ce sens que l'altération phonétique s'y produit, comme dans ce dernier, par le déplacement de l'accent tonique qui tombe lourdement sur la dernière syllabe, au lieu de peser sur la pénultième comme dans les dialectes mieux conservés du Finistère.

Voici, comme spécimen de ce dialecte, la traduction de quelques versets de la parabole de l'*Enfant prodigue* (saint Luc, XV, 11-32) :

ER R'OUADUR PRODIG.

11. .... Un den a boué déo botr ;
12. En hanni yaouen a lar d-hi dat :
Me sat, chom gouen d-in peh-ma a za d-in a hou-madéo. Hag en tat a boué gouet d-hi déo botr peb-unen hi lot.
13. Un amezeir benak goudé, er yaouenken a boué vol dachtumeit, hag a oué et abar ur bro pel mat, hag anhéon han boué debreit vol peh-ma en devoué.
14. Goudé qu'han boué vol debreit, han oué deit ur famin bras abar vro-héon, hag han boué hen kaveit em-pa-chei blen.
15. Han boué téo displaseit hag a oué et de gaf un den ar vro-héon, a boué hen danvêheit de viret hi voc'h.

Je recueille pieusement, depuis plusieurs années, les derniers accents de cette langue qui s'éteint. Que ne puis-je sauver aussi les vieilles mœurs, les vieux usages de nos paludiers et surtout leur industrie séculaire, la seule ressource du pays !

Je ne peux pas, sans doute, plaider utilement devant vous la cause de ces innocentes victimes de nos réformes économiques, mais il me semble que, sans perdre de vue le but exclusivement scientifique qui vous amène en ces lieux, je puis les recommander encore à votre bienveillante attention. Je vous signale donc, Messieurs, comme l'un des *monuments historiques* les plus dignes d'une énergique protection, ce curieux îlot de la nationalité bretonne, dont l'existence est compromise par la ruine absolue de l'industrie salicole.

M. Broca soumet ces individus aux mensurations suivantes :

HABITANTS DE GUÉRANDE (côte ferme).

Nom.	Age.	Taille.	Diamètre crânien. Antéro-postérieur.	Diamètre crânien. Transversal.	Indice céphalique céphalométrique.
Quétro (Julien)....	80 ans	1m65,5	180mm	158mm	87.77
James (Marie).....	?	1m65	166	153	92.17
Quéno (Marie).....	20	1m54,7	169	151	89.35
Reingames (Marie).	22	1m58	174	150	86.20
Rousseau (Julien)..	68	1m64	176	152	86.36
James (René).....	64	1m67,6	184	153	83.15

HABITANTS DE SAILLÉ.

Nom.	Age.	Taille.	Diamètre crânien. Antéro-postérieur.	Diamètre crânien. Transversal.	Indice céphalique céphalométrique.
Macé (René).....	50	1m66,1	178	152	85.39
Collin (Marie).....	32	1m59,9	Mensuration impraticable en raison de la coiffure.		
Saujeau (Marie) . .	19	1m51,7	Type brachycéphale nettement accusé.		

HABITANTS DE BATZ.

Bertrand (Jean) ...	20	1m75,3	184	159	86.41
Picot (René).....	44	1m73,5	194	144	74.22
Montfort (Marie)...	51	1m50,2	166	150	90.36
Forest (Marie).....	30	1m55,2	176	139	78.97
Lehuédé (Aurélie).	39	1m56,7	Mesure impraticable à cause de la coiffure. — Type brachycéphale.		
Sibert (René)	60	1m63,6	184	140	76.08
Bouillon (François).	70	1m62,8	190	150	78.94
Mouilleron (Marie).	35	1m63,7	174	140	80.46
Leduc (Jeanne)....	35	1m50,9	174	142	81 61
		Moyennes.....	177.93	148.87	83.67

M. CARTAILHAC propose de fonder un album ethnographique établi sur des bases rigoureusement scientifiques qui manquent aux albums existants.

La proposition est prise en considération.

M. DALLY fait remarquer qu'en présence des faits observés sur place, à Batz, et des documents de première main que possède désormais la science, il est impossible de considérer la consanguinité comme une cause *essentielle* d'opposition au mariage.

M. LE Dr PRUNIÈRES

LA CRÉMATION DANS LES SÉPULTURES MÉGALITHIQUES

— Séance du 23 août 1875. —

A la séance de ce matin, j'ai promis de mettre sous les yeux des membres de la section, des os humains ayant subi l'action du feu et provenant des dolmens lozériens. Je dépose, sur le bureau, deux séries de ces os sur lesquels l'action du feu est des plus évidentes, et dont la première, formée d'os très-durs, très-solides, provient des

dolmens par moi fouillés, tandis que les os blancs, poreux, légers, déformés de la 2e série, proviennent également de mes fouilles, mais dans les tumulus de l'âge du bronze ou du premier âge du fer.

J'exposais, il y a deux ans, au congrès de Lyon, mes vues sur les enterrements successifs dans les dolmens, et sur la durée probablement très-longue, tant de la construction de ces monuments, que de l'enterrement dans leurs cellas. Durant le cours de cette période, dont on ne saurait certainement aujourd'hui calculer la durée, plusieurs changements se sont produits dans la population des causses lozériens : c'est ainsi qu'une race nouvelle, très-brachycéphale, y est arrivée, et que le bronze y a été introduit.

D'après mes observations, qui sont déjà nombreuses, la crémation y a paru également dès cette époque. Il est bien évident, d'ailleurs, qu'il ne saurait y avoir d'hiatus entre l'époque des dolmens et les époques suivantes.

On a constaté un peu partout que le rite de la crémation s'était introduit en Europe avec le bronze. Or, j'ai trouvé du bronze, grains de colliers, pendeloques, bracelets, bagues, anneaux, boutons, pointes de flèches, lances, etc., dans la grande majorité des dolmens que j'ai fouillés. L'année dernière, je donnai à notre savant président, M. de Mortillet, pour le musée de Saint-Germain, deux boutons de bronze qui lui parurent très-intéressants au point de vue des deux époques du fondeur et du chaudronnier qu'il a constatées et établies dans l'âge du bronze, et je viens de signaler à M. Chantre, pour son grand ouvrage, une cinquantaine de dolmens qui m'ont donné divers objets en bronze. A priori donc, il n'y aurait rien d'étonnant à ce qu'on rencontrât, avec le bronze, des vestiges de crémation dans quelques dolmens lozériens.

Dès mes premières fouilles, j'avais, de loin en loin, rencontré quelques os humains plus ou moins brûlés, mêlés aux autres os des dolmens, et je n'avais trop su comment expliquer ces faits.

Plus tard, j'eus la bonne fortune de fouiller un très-beau dolmen, au sommet d'un mamelon qui domine le village de l'Aumède-Bas, commune de Chanac, dans lequel tous les os, en quantité considérable, avaient subi l'action du feu. La plupart des os étalés ici dans ma première série, proviennent de cette fouille. Plus tard encore, je trouvai, à la surface d'un dolmen-tumulus, découvert par M. l'abbé Boudet, près du Tensonnieu, un squelette brûlé, avec deux remarquables bracelets en bronze : voici ces deux bracelets avec une mâchoire inférieure et des fragments crâniens brûlés provenant de cette fouille. Dans ce dolmen-tumulus, au dessous du squelette brûlé, étaient de nombreux squelettes non brûlés, avec de beaux silex et deux petites haches polies.

La crémation est donc incontestable dans certaines sépultures méga-

lithiques ; mais il me semble toutefois que pour l'enterrement dans ces monuments, elle ne fut, en Lozère du moins, qu'exceptionnellement adoptée, peut-être un peu comme de nos jours, où on semble, sur certains points de l'Europe, vouloir rétablir cette pratique funéraire. On dirait, en voyant, dans certains dolmens, quelques os noircis par le feu, mêlés à de grandes quantités d'os qui ne l'ont pas vu, qu'après avoir usé une fois de la crémation, on est revenu aux antiques usages dans les enterrements suivants, ou qu'on ne l'a employée ainsi au dolmen-tumulus du Tensonnieu, que dans le dernier enterrement.

Mais il y a plus ; les dolmens qu'on regarde comme appartenant à l'âge de la pierre polie, et les tumulus de l'âge du bronze, avec ou sans incinération, sont intimement mélangés sur certains points des causses lozériens. J'ai plusieurs fois rencontré un dolmen et un tumulus géminés, et séparés à peine de cinq à six mètres l'un de l'autre. Le tas de bracelets en bronze tordus, brûlés, quelquefois fondus, que voici, a été retiré récemment d'un tumulus situé entre deux dolmens. Ce fait m'a depuis longtemps préoccupé, et j'ai, il y a quelques semaines à peine, invité MM. Broca et de Mortillet à venir voir de leurs propres yeux ces monuments si rapprochés les uns des autres qui me paraissent très-intéressants en présence de la théorie qui fait de la race des tumulus une race différente de la race des dolmens. Ne faudrait-il pas plutôt voir ici la même population, qui a bien pu, avec le temps, sous des influences peut-être étrangères, modifier ses sépultures, mais qui tout en adoptant une mode nouvelle, a continué à porter ses morts sur le sol qui avait reçu les restes des ancêtres, comme on voit dans quelques lieux, certains cimetières servir aux populations actuelles depuis l'époque mérovingienne ? J'ai récemment étudié, dans la commune de Saint-Sauveur de Pyrè, un cimetière qui est dans ce cas.

Du reste, en Lozère, l'action du feu n'a pas agi avec la même intensité sur les os des dolmens qui l'ont subie, et sur ceux des tumulus plus récents qui, eux, ont subi une véritable incinération. On n'a, pour s'en convaincre, qu'à jeter les yeux sur les deux séries d'os brûlés que j'ai déposés sur le bureau. Ceux de la première série, provenant des dolmens, sont très-durs, très-résistants, éclatés, à angles vifs, enduits à la surface interne de la voûte crânienne et dans le canal médullaire des os longs, d'un vernis luisant évidemment dû à la fusion d'un corps gras combiné avec la surface osseuse. Les os de la deuxième série, provenant d'un tumulus de la fin de l'âge du bronze, sont, au contraire, friables, poreux, tombant en poussière blanche. Ils blanchissent les doigts comme la craie (1).

(1) Pour mieux faire saisir ces différences, M. Prunières lance par deux fois avec violence, sur le sol, un os brûlé provenant d'un dolmen. La première fois, l'os n'est pas entamé ; la seconde fois l'os se casse, mais comme se casserait du verre, en montrant une surface de cassure noire et

La crémation, mais la crémation incomplète, a donc paru dans la Lozère à la fin de ce qu'on appelle l'Époque néolithique. Je dis à la fin de l'époque néolithique, car les dolmens lozériens, ou, du moins, la grande majorité des enterrements faits dans mes mégalithes, ne me paraissent pas remonter plus haut. Je n'ai, d'un autre côté, trouvé aucune trace de crémation, ni dans une caverne sépulcrale appelée du Rouquet, découverte par mon excellent ami M. l'abbé Boudet, ni dans celle de l'Homme-Mort, qui me paraît remonter aux premiers temps de l'époque néolithique. La caverne de l'Homme-Mort m'a donné des silex dont je n'ai jusqu'ici rencontré les analogues dans aucun mégalithe, et des poteries que je n'ai de même retrouvées nulle part. Cependant, j'ai fouillé, dans la Lozère, beaucoup de dolmens, de nombreux tumulus, des villages gaulois, une station et des villas romaines (1), enfin de nombreux monuments depuis l'époque mérovingienne jusqu'à nos jours. Toutefois, à la caverne de l'Homme-Mort, il n'a été trouvé ni bronze, ni brachycéphales. La présence d'une race brachycéphale dans cette contrée et la connaissance du bronze y remontent cependant à une époque très-reculée. On vient de découvrir, à trois ou quatre kilomètres de la caverne de l'Homme-Mort, près du village de Carnac, un riche trésor de l'époque du bronze, qui fait aujourd'hui un des plus beaux ornements du musée de Mende. L'absence du bronze dans la caverne de l'Homme-Mort ne prouverait peut-être rien, car il aurait pu être connu des indigènes sans qu'ils en eussent déposé un seul échantillon dans la caverne sépulcrale ; mais l'absence de crânes brachycéphales dans cette sépulture me paraît bien plus importante. La population de Saint-Pierre est aujourd'hui généralement brachycéphale. M. le professeur Broca, ayant mesuré les crânes de sept à huit habitants de cette paroisse, n'a trouvé que des indices supérieurs à 80°. Or, cette race brachycéphale, qui n'a pas laissé un seul crâne dans la caverne de l'Homme-Mort, en a, au contraire, laissé dans les plus antiques sépultures des environs. J'en ai recueilli un qui avait été trouvé dans une sépulture gauloise, et la voûte crânienne d'un autre dans un monument mégalithique de la commune de Saint-Pierre.

brillante comme celle du charbon de bois. Avec un os incinéré des tumulus, M. Prunières peut écrire sur le tableau comme avec un morceau de craie.

(1) La civilisation romaine a laissé, dans les environs de Saint-Pierre-des-Tripiés, des vestiges autrement nombreux que ceux de l'âge du bronze. Dans les champs, sur les chemins, sur une foule de points, excepté toutefois dans la gorge sauvage qui renferme la caverne de l'Homme-Mort, j'ai trouvé des fragments de briques à rebords rouges et de poteries samiennes. Lors de ma première excursion à Saint-Pierre, je découvris entre le village de la Vialle et la caverne sépulcrale, sur le sol de ruines romaines, les vestiges d'une fabrique de poteries samiennes semblables à celles de Banassac. Je n'eus qu'à me courber pour recueillir, sur le sol, plusieurs fragments de moules de ces poteries, en terre blanche ou grisâtre, avec dessins en creux, dont je fis don à M. de Pastorel de Bastugues, le vénérable curé de Saint-Pierre-des-Tripiés.

En résumé donc, je crois pouvoir conclure des faits qui précèdent que, dès l'époque des dolmens, à la fin de l'époque qu'on est convenu d'appeler l'Époque néolithique, on observe dans les mégalithes de la région des dolmens lozériens trois faits nouveaux qui pourraient bien se rattacher les uns aux autres : 1° l'apparition d'une race nouvelle brachycéphale ; 2° l'introduction du bronze ; 3° la crémation, encore rare et incomplète, mais qui deviendra ensuite plus complète et plus commune dans les tumulus.

DISCUSSION

M. Cartailhac considère, à propos de la détermination de l'âge des dolmens, qu'il est difficile d'y parvenir avec quelque certitude, si l'on s'appuie uniquement sur la richesse et la diversité plus ou moins grandes des objets que l'on en extrait au moyen des fouilles.

M. Prunières. L'anthropologie pourrait bien avoir son importance à côté de l'archéologie, pour cette détermination de l'âge de dolmens. C'est ainsi que, primitivement, les causses lozériens paraissaient n'avoir été habités que par une race de taille moyenne, mais très-dolichocéphale, dont la caverne de l'Homme-Mort nous a livré les os et les crânes admirablement conservés. Puis, à l'époque des dolmens, il s'y montre une nouvelle race, très-brachycéphale, qui paraît toutefois n'y exister encore alors pour ainsi dire qu'à l'état sporadique. Enfin, peu à peu, cette deuxième race y prendra le dessus et tendra à remplacer la première, qui, de nos jours, n'y existe plus qu'en grande minorité, du moins à l'état pur.

D'un autre côté, il est un fait que j'ai bien souvent constaté dans mes fouilles des sépultures mégalithiques : c'est qu'au nombre plus ou moins grand d'individus enterrés dans un dolmen correspondent généralement la richesse et la diversité plus ou moins grandes des objets que j'en retire aujourd'hui.

M. Waldemar SCHMIDT

Professeur à l'Université de Copenhague.

SUR LES RITES FUNÉRAIRES DES TEMPS PRÉHISTORIQUES EN SCANDINAVIE

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 23 août 1875. —

M. Waldemar-Schmidt donne lecture d'un mémoire sur les rites funéraires des temps préhistoriques en Scandinavie, et sur les résultats qu'on peut tirer d'une comparaison des rites funéraires dans les temps préhistoriques. Après avoir exposé les us et coutumes des populations scandinaves aux temps préhistoriques, M. Schmidt soulève, à propos de la comparaison à établir entre les rites funéraires diversement usités à cette époque, des questions de doctrine qui amènent une discussion à laquelle prennent part, principalement, MM. Gaillardot, de Maïnoff, Pinard, Rouffet, Lagneau, Prunières et Broca.

M. le Dr GAILLARDOT

Médecin sanitaire de France à Alexandrie (Egypte).

SUR LES PREMIÈRES FOUILLES DES TUMULI

— Séance du 23 août 1875. —

Pour faire suite à l'intéressante communication de M. le professeur Valdemar Schmidt, permettez-moi de vous signaler un fait qu'il importe, je crois, de ne point laisser tomber dans l'oubli.

Le premier qui fit fouiller les *Tumuli* des environs de *Stade,* près de l'embouchure de *l'Elbe,* et ceux du Schleswig, fut mon père, le Dr Gaillardot, alors médecin attaché à l'armée française occupant le Hanovre. Ces fouilles furent exécutées en 1805, par conséquent une vingtaine d'années avant l'époque assignée par M. Valdemar Schmidt aux premiers travaux d'archéologie préhistorique dans le nord de l'Allemagne; leur résultat fut la découverte *d'une grande quantité d'objets antiques, des vases en terre d'un travail plus ou moins grossier, des vases de cuivre, de bronze et de divers alliages, des débris d'armures, des silex et d'autres pierres taillées en couteaux, des haches, des lames de lance et des pointes de flèche.*

En 1811, le Dr Gaillardot et son ami, le baron Percy, présentèrent à *la troisième classe de l'Institut de France* de nombreux spécimens des objets trouvés par le premier, ainsi qu'une *Notice sur les tombeaux et les autels des anciens peuples du Nord.* qui fut lue dans la séance du 22 février et reproduite dans le *numéro de mai du Magasin encyclopédique* de la même année.

La plus grande partie des objets qui avaient été trouvés par mon père étaient restés entre les mains d'un bourgeois de Stade qui l'avait aidé dans ses travaux, et je n'ai pu retrouver aucune trace de ceux qui ont été présentés à l'Institut ; mais je possède encore un certain nombre de magnifiques spécimens de ces armes et de ces instruments de silex, que je me propose de déposer au musée de Saint-Germain.

Je possède aussi le seul exemplaire existant d'un tirage à part qui avait été fait de la *Notice sur les autels et les tombeaux des peuples du Nord;* je la ferai réimprimer et je ne manquerai pas de vous la transmettre à l'appui des faits que j'ai eu l'honneur de vous exposer. Ces faits, Messieurs, j'ai cru devoir vous les signaler, afin qu'on n'ignore plus que c'est un savant français, que c'est mon père qui, le premier, a exploré et fouillé les *Tumuli* du nord-ouest de l'Allemagne, et que c'est lui qui, le premier, a eu l'honneur d'appeler l'attention du monde savant sur un ordre de recherches qui, évidemment, ne doit être ni confondu, ni même comparé avec celles de Boucher de Perthes.

M. P. BROCA

Professeur à la Faculté de Médecine de Paris.

PRÉSENTATION D'UN CRANE DES ALLUVIONS DE LA BASSE-LOIRE

— Séance du 23 août 1875. —

Dans les fouilles faites en 1874 par M. Pocard-Kerviler, ingénieur des ponts et chaussées à Saint-Nazaire, on a découvert dans les alluvions de la Basse-Loire, à 7 mètres environ de profondeur, les os de deux ou trois squelettes et des crânes dont je mets un spécimen sous les yeux de la section.

Ce crâne n'est pas daté archéologiquement, car on n'a trouvé dans la même couche aucun objet d'industrie ; mais il présente des caractères qui permettent de lui assigner une haute antiquité. Il est très-dolichocéphale. Il l'est à un degré qui ne se retrouve plus en Bretagne, qui même ne se retrouve que très-exceptionnellement dans les races actuelles de l'Europe. Par ce caractère, par le grand volume de l'écaille occipitale, par l'ensemble de sa conformation, et particulièrement par la forme de la courbe frontale, il rentre tout à fait dans le type de la caverne de l'*Homme-Mort*. On trouve dans les dolmens de la Grande-Bretagne et du nord de la France un grand nombre de crânes présentant des caractères analogues, quoique déjà atténués. Tout permet donc de penser que ce crâne date au moins de l'époque néolithique.

C'est le crâne d'un homme parvenu à un âge avancé. Les dents de la mâchoire supérieure sont usées de haut en bas et de dedans en dehors. Celles de la mâchoire inférieure, qui n'a pas été retrouvée, sont nécessairement usées en sens inverse ; cette usure est donc celle qui est nommée *oblique-externe*. C'est le type d'usure dentaire que l'on observe le plus communément dans les races préhistoriques.

M. G. LAGNEAU. Ce crâne, sous certains rapports, en particulier par sa dolichocéphalie, paraîtrait se rapprocher de celui recueilli par M. le docteur de Closmadeuc dans le coffre de pierre du tumulus du *Mane Beker nos,* ou Butte du Crieur de nuit, dans la presqu'île de Quiberon (1).

(1) *Bulletin de la Soc. d'Anthropologie*. T. VI, p. 74, 1865.

M. GASSIES

Directeur du Musée préhistorique de Bordeaux.

RAPPORT SUR LES PROGRÈS DES ÉTUDES PRÉHISTORIQUES DANS LE SUD-OUEST DE LA FRANCE DE 1872 A 1875 (1)

— Séance du 23 août 1875. —

M. GASSIES

Directeur du Musée préhistorique de Bordeaux.

PRÉSENTATION D'UN FRAGMENT DE CRANE PERFORÉ

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 23 août 1875. —

M. GASSIES présente un fragment de crâne perforé provenant d'une fouille faite en avril 1875, par MM. Gassies et Philippe Ramonet à Entre-Roche, près Ruelle (Charente), dans une sépulture préhistorique, abritée sous une roche en surplomb.

On voit, sur la région pariétale de ce crâne, une large échancrure circulaire qui est manifestement artificielle.

M. PRUNIÈRES constate que cette ouverture, très-nettement coupée, avec un bord taillé en biseau, a été faite après la mort, car elle ne montre aucune trace de cicatrisation. Il fait remarquer en outre que la surface des os environnants présente des traces de lésions pathologiques.

M. BROCA pense que ces lésions ont été la conséquence d'une périostite.

(1) Ce mémoire, ayant été tardivement modifié par l'auteur, a été reporté à la suite de la section.

M. Armand HAREMBERT

de Verneuil (Eure).

SUR LES LOCALISATIONS CÉRÉBRALES

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 23 août 1875. —

M. Harembert expose ses doctrines sur la répartition organographique des facultés du cerveau.

Selon M. Harembert, quatorze facultés seulement sont primitives et affectent un siége déterminé.

Sept des organes primitifs préposés à chacune d'elles sont logés sous le frontal; les sept autres sont placés sous les temporaux, l'occipital et les pariétaux. Les premiers sont ceux de la raison, de l'amour du bien, du vrai et du juste; les autres sont ceux des instincts qui sont communs à l'homme et aux autres animaux.

Je dois faire observer, dit M. Harembert, que les organes d'où naît la raison sont souvent mal équilibrés ou mal dirigés par l'éducation.

Il en est de même des instincts, dont la prédominance sans contre-poids peut amener le développement excessif de certaines dispositions prédominantes.

L'éducation, qui est la culture de l'intelligence et de l'esprit, fait remarquer l'auteur en terminant, consiste à harmoniser les facultés dans l'ordre où elles apparaissent chez l'enfant.

M. B. FILLON

De Saint-Cyr-en-Talmondais (Vendée).

VESTIGES DES TEMPS PRÉHISTORIQUES DÉCOUVERTS DANS LA COMMUNE DE SAINT-VINCENT-SOUS-JART (VENDÉE)

— Séance du 25 août 1875. —

Pendant une excursion que nous fîmes, en septembre 1860, M. Jules Quicherat et moi, dans l'ancien Talmondais, nous avons découvert à Saint-Vincent-sous-Jart, sur le bord de la mer, divers débris des temps préhistoriques. Le point où sont ces vestiges porte le nom moderne de *Bel-Esbat,* nom caractéristique pourtant, car la tradition conserve le

souvenir de l'existence, en cet endroit, d'une localité détruite, dit-on, par un cataclysme, en punition des débauches de ses habitants. — La présence, au milieu des sables, sur une vaste étendue, de petites enceintes en galets de mer, ou murgers, paraissant avoir une origine très-ancienne, montre que la tradition locale a quelque chose de vrai, et qu'une population assez nombreuse a résidé là jadis. Les ouragans terribles qui ont passé, il y a une vingtaine d'années, sur nos côtes, ont mis à découvert ces enceintes, en décapitant les dunes où elles étaient ensevelies depuis des siècles. La gelée les a fait disparaître, à peu près en entier.

Les traces, laissées par une population antérieure à celle qui a construit les enceintes en question, sont à plusieurs mètres au dessous d'elles, et immédiatement au dessus du banc calcaire, qui dépasse à peine de quelques centimètres le niveau des eaux de l'Océan. Plusieurs couches superposées de débris, mêlés aux sables, nous montrent l'homme élevant peu à peu le niveau de sa demeure, à mesure que la mer déposait ses sables sur la côte et qu'ils s'amoncelaient en dunes. On y trouve des cendres, des morceaux de charbon, des instruments faits avec des os, des silex taillés assez régulièrement, parmi lesquels j'ai recueilli une sorte de hameçon, et un couteau long de 0^m 11; enfin de nombreux tessons de poteries. La couche qui renferme ces débris a environ 1^m d'épaisseur. Coupée à pic en falaise par le choc incessant des vagues, elle est très-facile à étudier, sur une étendue de plusieurs centaines de mètres. Les fragments de poteries de la fabrique la plus barbare occupent la zone inférieure, tandis que ceux qui se présentent plus haut sont mieux façonnés. Les premiers ont été faits à la main, avec une argile grossière et sableuse, prise dans les marais du voisinage. Leur cuisson est si incomplète, qu'ils ne font pas résistance à la pression du doigt et s'en vont en poussière. On sent qu'ils sont le produit de l'industrie purement individuelle, alors que la division du travail n'étant pas encore créée, chacun était à la fois son tailleur, son armurier, son potier, comme il était son pourvoyeur de vivres et son cuisinier. — Au dessus s'élèvent des dunes de sables, hautes parfois de 15 à 20 mètres, dont la formation a demandé plusieurs milliers d'années.

Saint-Vincent-sous-Jart, où se voient ces curieux vestiges, est l'ancien *Becciacum,* mentionné dans Grégoire de Tours, *de Gloria martyrum, cap. XC, de Vincentio, martyre.*

M. B. FILLON

De Saint-Cyr-en-Talmondais (Vendée.)

DÉPOT DE CENDRES DE NALLIERS (VENDÉE)

— Séance du 25 août 1875. —

Parmi les communes de la Vendée qui contiennent certains restes des âges antérieurs à la période romaine, il faut compter Nalliers, bourg du canton de l'Hermenault, placé sur la limite de la plaine et des marais du bassin de la Sèvre niortaise.

Les vestiges que recèle son sol méritent, à tous égards, d'attirer l'attention des archéologues, car ils soulèvent des problèmes dont plusieurs ne sont pas encore résolus (1).

Ces vestiges se présentent sous la forme d'immenses dépôts de cendres, dont quelques-uns ont parfois près de trois mètres d'épaisseur et couvrent plusieurs hectares. Les dépôts sont toujours placés à proximité d'un petit cours d'eau ou d'une source, au point de jonction de la plaine et du marais, ou sur d'anciens îlots, et, toujours aussi, ils reposent directement sur le bris, terre glaise, compacte et stérile, laissée par la mer lorsqu'elle couvrait le golfe des Pictons. Parfois même, les couches de bris ont été apportées par les flots postérieurement à la mise en place des premières couches de cendres ; de sorte que les assises inférieures de certains monceaux sont alternativement composées de ces deux éléments et comme feuilletées. Ailleurs, la terre glaise s'est amoncelée autour des dépôts, et fait que leur base est comme plongée dans une fosse. Or, tout concourant à démontrer que, depuis plus de trente siècles, les eaux de l'Océan ne se montrent plus à l'état permanent dans ces parages, il faut en conclure que les couches les plus basses remontent pour le moins à cette date reculée (2). Les dépôts les plus considérables que présente le territoire de Nalliers sont à l'*Ile* et à l'*Ileau-les-Vases,* précisément sous les ruines du manoir de Brantôme (3); mais il s'en trouve d'autres à la pointe du Linaud, commune de Mouzeuil, à Luçon et dans divers autres endroits situés autour de l'ancien golfe.

Plusieurs opinions ont été émises sur la nature de ces cendres. Les

(1) V. *Poitou et Vendée*, par B. Fillon et O. de Rochebrune, art. *Nalliers*, p. 2 et suivantes.

(2) La démonstration de ce fait se trouve consignée dans un travail, encore inédit, de M. Fillon, sur l'ensemble du golfe des Pictons et l'ancienne configuration des côtes de l'Océan, depuis l'embouchure de la Loire jusqu'à celle de la Charente.

(3) V. *Poitou et Vendée,* par B. Fillon et O. de Rochebrune, art. *Nalliers,* p. 1.

uns les croient produites par la combustion de tourbes mêlées de terre, prises sur place, opinion insoutenable, puisqu'il n'y a pas de tourbes dans la contrée. D'autres en font des restes d'habitations lacustres, et, par conséquent, une agglomération de débris de torchis et de détritus de branchages, réduits par la décomposition à l'état de lignite, et parmi lesquels sont mêlés des résidus de foyers. Quant à nous, nous y voyons tout simplement de la cendre ordinaire. Voici, du reste, ce que nous écrivait à ce sujet, le 27 décembre 1864, un chimiste de Poitiers :

« Les analyses chimiques et mécaniques des matières que vous m'a-
» vez envoyées ont donné les résultats suivants :

» J'ai séparé au tamis une poussière fine et grise, qui a tous les ca-
» ractères des cendres de nos foyers. J'y ai trouvé absence à peu près
» complète de sels solubles : sulfates, carbonates et chlorures de po-
» tassium, ce qui s'explique si ces matières sont exposées au contact
» de l'air et ont été souvent lessivées par les eaux d'un marais ou par
» les pluies. En revanche, les sels insolubles : silicates, phosphates,
» oxydes de fer, de magnésie, s'y rencontrent dans des proportions que
» je n'ai pas dosées d'une manière absolue, mais qui m'ont offert des
» résultats analogues à ceux qu'on obtiendrait par l'incinération de
» bois légers, tels que l'aulne, le tremble, le peuplier. La partie restée
» sur le tamis se compose de morceaux de charbon et de particules de
» terre argileuse cuite, comme il s'en produit dans les foyers acciden-
» tels qu'on établit en rase campagne. Cependant, beaucoup de frag-
» ments, par leur apparence feuilletée, pourraient donner à penser que,
» dans ces brasiers, on a pu cuire de la terre façonnée et pétrie de main
» d'homme, ou que des objets de terre cuite y ont séjourné et s'y sont
» brisés et exfoliés.

» Un autre fait à signaler, c'est que le charbon mêlé aux cendres est
» bien du charbon de bois brûlé, et non le résultat de cette espèce de
» carbonisation qui se produit dans les végétaux, sous l'influence d'un
» long séjour dans une terre humide (lignite).

» Si ceux qui ont émis cette dernière opinion, au lieu de s'en tenir
» à un examen superficiel, s'étaient donné la peine d'analyser le pro-
» duit, ils auraient vu, en effet, que le charbon, résultant d'une com-
» bustion quelconque, quelle que soit d'ailleurs son ancienneté, se
» comporte, à la distillation, d'une manière tout à fait différente de
» celui qui vient de la décomposition lente des bois. Le vrai charbon,
» sorti des foyers, ne donne, si vieux qu'il soit, que de l'eau et des
» traces d'acide carbonique; au lieu que les substances résultant de
» l'altération des végétaux, soumises à la même opération, donnent des
» matières d'une odeur fétide et de l'acide acétique. Or, vos charbons
» appartiennent incontestablement à la première catégorie. »

Les analyses opérées par d'autres chimistes ont constaté l'existence, dans les cendres de Nalliers, d'une certaine quantité de sels solubles ; mais il y a lieu de croire que les échantillons envoyés avaient été pris aux couches inférieures des dépôts, où l'action de l'air et de l'eau s'était moins fait sentir, tandis que celui analysé antérieurement provenait des couches supérieures.

Le doute n'est donc plus permis, aujourd'hui, sur la nature de ces dépôts gigantesques; il n'en est pas ainsi pour ce qui concerne leur origine. Aucune des hypothèses formulées à cet égard jusqu'à ce jour ne nous paraît satisfaisante. Nous n'essaierons point toutefois d'en émettre une nouvelle, tout aussi contestable sans doute, et nous nous contenterons de consigner ici ce que nous a révélé une étude attentive et répétée des gisements, dans laquelle nous avons été beaucoup aidé par M. le docteur Etienne Auger, qui, depuis longtemps, porte, lui aussi, son attention sur ce sujet, et qui recueille avec le plus grand soin tout ce qui se rattache à l'histoire de son pays natal.

Les tranchées, ouvertes sur un grand nombre de points, nous ont appris : 1° que les cendres y ont été déposées par couches successives, le plus souvent de minime épaisseur; 2° que certaines de ces couches sont beaucoup plus mélangées de charbon que les autres ; 3° que la plupart des fragments de terre cuite proviennent d'ustensiles dont nous parlerons tout à l'heure; 4° que des huttes d'origine gauloise (leurs fondations sont de forme ronde et bâties avec du bois, des pierrailles et de la terre) ont été superposées à ces gisements; 5° que des substructions de la période romaine ont remplacé, en plusieurs endroits, ces huttes; 6° que, pour établir les deux genres de construction dont il s'agit, on a fait parfois des tranchées dans la couche de terre végétale étendue au dessus des cendres, ce qui implique l'existence bien antérieure de celles-ci; 7° que les objets réellement contemporains des dépôts sont les ustensiles qui vont être décrits, des tessons de poteries noires et mal cuites, analogues à celles des tumulus, et un petit nombre d'instruments en silex taillés qu'on rencontre au point d'intersection des cendres et du sol.

Les trois fragments de ces silex que je fais passer sous les yeux des membres du congrès donneront une idée suffisante de leur âge. Une hache fragmentée, de pierre polie, a également été recueillie parmi ces cendres.

Les ustensiles de terre cuite, qui se trouvent en si grand nombre dans les cendres de Nalliers, ainsi que dans les autres dépôts du même genre, sont de trois sortes. Ce sont d'abord les tiges rondes, ayant ordinairement 0^m 05 de diamètre, et une longueur variant de 0^m 25 à 0^m 30. L'extrémité inférieure s'épate fortement, afin de servir de point d'ap-

pui, tandis que l'autre, plus mince, se divise en trois petits pieds, d'égale hauteur, posés en triangle. Quelques-uns de ces objets sont terminés, au contraire, à leur extrémité supérieure, par quatre protubérances au lieu de trois, ou par une sorte de croissant aplati. Leur hauteur moyenne est de 0m 25, leur longueur à la partie supérieure de 0m 13, et leur épaisseur de 0m 06 à 0m 12. Comme on trouve ordinairement ces objets en très-mauvais état, nous avions cru d'abord qu'ils se composaient d'une arcature reposant sur deux piliers; mais nous avons reconnu depuis notre erreur, consignée à la page 10 de l'*Art de terre chez les Poitevins*. Il est encore plus difficile de dire quel était l'aspect exact des ustensiles de la troisième espèce. Tout porte à croire cependant que c'étaient de petits récipients, en forme de parallélogrammes à parois très-minces, ou plutôt ressemblant à des cartes à jouer, dont les quatre côtés ont été pliés et relevés ensuite. Ils ont environ 0m 08 de long, 0m 05 de large, sur 0m 04 de hauteur. Il nous a été impossible d'en retrouver un seul entier. Des récipients semblables ont été recueillis sur un point voisin de l'embouchure de la Loire; mais nous n'avons, à cet égard, que des renseignements incomplets à fournir. Tous ces objets ont été pétris et façonnés à la main, avec l'argile prise sur place; plusieurs portent encore l'empreinte de doigts calleux. Ils sont, en général, assez mal cuits; mais ils ont subi, à plusieurs reprises, l'action du feu. Leur couleur, naturellement rouge, a tourné parfois au brun foncé. Presque tous, ceux de la seconde et de la troisième catégorie surtout, ont éclaté en chauffant, ou se sont exfoliés au contact de l'humidité. Leur surface, qui présentait seule une assez grande résistance, une fois tombée par lames, le reste s'est immédiatement brisé en une infinité de morceaux. Cette séparation des parties opérée, les fragments des surfaces ont eu l'apparence de plaques très-minces, de formes variées, ce qui a fait croire à l'existence d'une multitude d'instruments, tandis qu'il n'y en a jamais eu, en réalité, que de trois espèces.

On s'est souvent demandé, depuis quelques années, quelle avait été la destination de ces objets. Selon quelques-uns, ce sont des supports de planches de cabanes gauloises, hypothèse inadmissible sous tous les rapports; selon d'autres, ils ont joué le rôle de pernettes dans les fours à potiers gallo-romains. Pour que cette seconde opinion pût être acceptée, il faudrait d'abord qu'on trouvât en grande quantité sur les lieux, comme sur l'emplacement des autres poteries antiques, des débris de vases contemporains mal réussis, tandis qu'il n'y en a pas trace. Les quelques morceaux de poteries noires celtiques qui sont mêlés aux cendres, portent tous la trace d'un assez long usage, et les vases de la période romano-gauloise, qu'on rencontre dans les couches supérieures, sont en général mêlés à des restes de constructions élevées

après coup, ou proviennent de sépultures bien moins anciennes que les gisements où elles ont été creusées. Plusieurs amphores, dont le goulot a été brisé, ont particulièrement cette dernière origine, ainsi qu'une foule de vases de terre rouge et noire vernissée, découverts en compagnie d'autres en verre. Ces derniers ont été acquis par M. O. de Rochebrune.

M. Riocreux, le regretté conservateur du musée de Sèvres, a étudié, lui aussi, ces étranges produits céramiques. « Si j'ai bien compris vos » raisonnements à l'endroit des piliers de terre cuite que recèlent les » cendres de Nalliers, nous disait-il dans une lettre datée du 17 jan- » vier 1865, ils ne peuvent, eu égard à la période reculée à laquelle on » doit raisonnablement les rapporter, être considérés comme des ins- » truments de l'art du potier, ce qui impliquerait une pratique de cet art » déjà fort avancée, non plus que des appareils destinés à servir d'as- » sises à des habitations lacustres. Partant de ces deux exclusions, sur » lesquelles je suis entièrement d'accord avec vous, il faut trouver une » autre solution, et c'est après m'y être appliqué, que je vais proposer » la suivante.

» Dès que l'homme eut appris à confectionner, pour ses besoins jour- » naliers, des vases d'argile, il dut également aviser aux moyens d'en » tirer parti pour la cuisson de ses aliments. Donc, si l'on prête atten- » tion à la forme de vos cylindres, à leur épatement vers la base, à » leur parfait aplomb, ainsi qu'à la trifurcation de leur sommet, n'ar- » rive-t-on pas à reconnaître dans ces instruments des supports propres » à recevoir et à exposer à l'action du foyer domestique des vases cel- » tiques ? »

Deux objections sérieuses peuvent être faites à l'explication, très-ingénieuse du reste, donnée par M. Riocreux, et qui peut mettre sur la trace de la vérité. La première repose sur l'immensité du nombre de ces ustensiles. La seconde sur ce qu'on en rencontrerait de semblables ailleurs que dans les dépôts de cendres, s'ils avaient été des ustensiles à l'usage du foyer domestique.

Quelle que soit d'ailleurs l'opinion qui finisse par prévaloir, on en sait assez désormais pour affirmer que nous nous trouvons là en présence de vestiges remontant au moins, quant à leur masse générale, à trois mille années. Ce qui va suivre aidera encore à démontrer que cette évaluation, loin d'être exagérée, est probablement au dessous de la réalité.

Nous avons dit, il y a un instant, que nous avions constaté, à l'Ile et l'Ileau-les-Vases, la présence de fondations de quelques huttes rondes, d'origine gauloise, creusées dans la couche de terre végétale qui recouvre les dépôts, et pénétrant dans la partie supérieure de ceux-ci. Il

arrive parfois, néanmoins, que les traces de substructions sont recouvertes de couches de cendres apportées après coup, de sorte qu'il en faut conclure que ces couches sont postérieures à l'établissement des huttes; d'où découle cette autre conséquence que la cause de la production des cendres, quoique très-ancienne comme origine, existait encore à une époque rapprochée des temps historiques, si même elle ne s'est pas maintenue jusqu'à la période romaine.

Pour nous rendre un compte de l'âge des huttes rondes, nous avons fouillé avec soin l'emplacement de l'une d'elles, et nous avons recueilli, à travers ses restes, deux fragments de hache en silex poli, un andouiller de bois de cerf, détaché et façonné de main d'homme, et bon nombre de tessons de poteries noires, mal cuites, semblant remonter aux derniers temps de l'âge de pierre. Or, ces habitations ayant été établies, en certains endroits, sur deux mètres de cendres, il en résulte la preuve que de nombreuses générations ont précédé, en ces lieux, celles qui les ont bâties.

Les objets de l'âge de pierre, sans être très-communs dans les autres parties du territoire de Nalliers, s'y rencontrent pourtant quelquefois.

Ce sont, en général, des haches, des marteaux, des couteaux, des instruments en os, en bois de cerf, etc.

M. DE MORTILLET. Ces dépôts de cendres sont extrêmement intéressants; mais on trouve généralement autour d'eux des débris d'habitation consistant en tessons de poteries.

Ne conviendrait-il pas de voir dans ces dépôts le produit d'algues incendiées par des populations nomades, qui les auraient brûlées pour leurs usages particuliers ?

M. P. BROCA

Professeur à la Faculté de Médecine de Paris.

PRÉSENTATION D'ANCIENS CRANES PÉRUVIENS DÉFORMÉS

— Séance du 25 août 1875. —

M. BROCA présente deux anciens crânes péruviens sur lesquels on peut étudier les deux principaux types des déformations artificielles du crâne anciennement usitées dans les populations du Pérou.

Le premier est un beau type de la *déformation couchée* des Aymaras. M. Broca montre ce crâne au nom de M. Bobierre, directeur de l'Ecole supérieure des sciences et lettres de Nantes.

M. Bobierre l'a reçu avec des échantillons de guano qu'il était chargé d'analyser.

Ce crâne est celui d'un homme grand et robuste. Il présente, au degré le plus remarquable, tous les caractères des crânes des anciens Aymaras : la dépression très-grande du front, l'allongement considérable du diamètre antéro-postérieur, la diminution non moins frappante du diamètre vertical et l'empreinte évidente des deux agents de compression appliqués en avant et en arrière de la règion bregmatique. Ce qui donne un grand intérêt à ce crâne, c'est le lieu d'où il provient. Sur la frontière septentrionale du Chili, et méridionale de la Bolivie, dans une zone qui a donné lieu à des contestations entre ces deux gouvernements, existent, près de la terre ferme, de petites îles à guano ; c'est là que le crâne en question a été trouvé dans une épaisse couche de guano. Les Aymaras s'étendaient donc autrefois jusque sur les confins du Chili actuel, car il n'est pas douteux que ce crâne est un crâne d'Aymara. On ne savait pas jusqu'ici qu'ils fussent descendus aussi loin vers le sud.

Le second crâne est un de ceux que M. Théodore Ber, Français établi à Lima, a extrait de l'ancienne station d'Ancon, au nord de Lima. La plupart de ces crânes présentent la *déformation relevée,* que l'on obtenait à l'aide d'une plaque verticale appliquée sur l'écaille occipitale et serrée sur une autre plaque appliquée à la base du front. Le crâne devenait ainsi très-court, très-large et très-haut.

M. PINART fait remarquer qu'aux environs de Vittoria, les habitants présentent une déformation du crâne analogue à celle de l'Aymara de M. Bobierre. Cette déformation, qui leur a valu le nom de *têtes plates,* a pour résultat, dans l'esprit des populations qui la font subir à l'enfant, de développer les aptitudes à la chasse. Dans ces parages, en effet, les *têtes plates* sont les meilleurs chasseurs et aussi les meilleurs guides.

M. BROCA. M. Gosse a distingué deux déformations artificiellement obtenues par la compression de la boîte osseuse du crâne. L'une, dite du courage, consiste dans l'aplatissement du front. L'autre, dite du conseil, consiste dans l'aplatissement de l'occiput.

M. Ph. SALMON

PRÉSENTATION D'UN DICTIONNAIRE DE TOPOGRAPHIE ET D'ARCHÉOLOGIE PRÉHISTORIQUES POUR LE DÉPARTEMENT DE L'YONNE

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 25 août 1875. —

M. Philippe Salmon présente un Dictionnaire de topographie et d'archéologie préhistoriques pour le département de l'Yonne, en le résumant de la manière suivante :

Dans le département de l'Yonne, dix-huit communes ont fourni des haches en silex du type de Saint-Acheul.

Sur dix communes on a constaté l'existence d'ateliers de fabrication.

Deux communes possèdent des grottes qui ont été habitées par les hommes aux temps préhistoriques.

Dans trente communes, il y a, ou il y a eu des menhirs.

Dans quatre communes, ont existé des dolmens maintenant détruits.

Cent communes ont fourni des haches polies ou préparées pour le polissage.

Cinq, des polissoirs.

Quinze à vingt, des sépultures avec pierre polie ou bronze.

Les objets du premier âge du fer sont très-rares.

Dans vingt, il y a, ou il y a eu des *tumulus*.

Dans vingt, on a rencontré des monnaies gauloises.

Les communes explorées, outre les haches, ont donné des couteaux, des grattoirs, des perçoirs, des percuteurs, etc.

Les pierres polies sont, ou des silex, ou des matières noires et vertes.

C'est dans les cultures, au milieu des labours, près des forêts, que se font en général les découvertes ; et tout s'y trouve, depuis la langue de chat jusqu'à la jadéite la mieux traitée, à une altitude de plus de 200 mètres. Peut-être ces séries offrent-elles la suite non interrompue du travail de la *pierre*.

La topographie préhistorique de l'Yonne pourrait être mise sur carte, à présent que les signes internationaux ont été arrêtés définitivement.

M. *le Président* engage les archéologues à suivre, dans les contrées respectives explorées par eux, l'utile exemple donné par M. Salmon.

M. Paul BROCA

Professeur à la Faculté de médecine de Paris.

LA PRESQU'ILE DE BATZ

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 25 août 1875. —

M. P. Broca dit que l'on s'est beaucoup préoccupé, dans ces derniers temps, de l'influence des alliances entre consanguins sur l'amélioration ou la dégénérescence de la race. La vérité est que, lorsqu'il existe chez les deux facteurs des dispositions morbides communes, la puissance de ces diathèses s'accroît chez le produit. M. le docteur Boudin, qui avait soulevé la question en 1862, a tracé le tableau des maladies que la consanguinité développe, et lui a attribué une influence pernicieuse dont il a généralisé à l'excès l'activité.

De leur côté, M. le docteur Dally et M. le docteur N. Perier, analysant les faits, sont arrivés à formuler cette loi : la consanguinité maintient, dans une famille, la pureté de constitution qui s'y trouve, de même que les croisements atténuent les diathèses morbides qui y peuvent exister.

La question en était là, lorsque M. le docteur Aug. Voisin vint visiter la presqu'île de Batz, et y apprit que, dans cette contrée, les familles avaient coutume de s'allier entre elles. Cette coutume est invétérée et ne souffre que d'insignifiantes exceptions. Or, la population de la presqu'île est remarquable entre toutes par la vigueur de la constitution et l'état florissant de la santé. Cette preuve, à l'appui de la doctrine soutenue par MM. Dally et Perier, est péremptoire. Il y a donc aujourd'hui, plus que jamais, lieu de conclure que, par elles-mêmes, les alliances entre consanguins ne comportent aucune influence favorable ou défavorable sur la postérité de la race.

Quant à la langue parlée à l'île de Batz, elle mérite l'attention, au point de vue ethnographique. On a attribué aux Normands le recul de la langue bretonne jusqu'aux limites topographiques qu'elle ne dépasse pas de nos jours. Comment alors expliquer qu'elle se soit maintenue en usage dans la presqu'île de Batz ?

Deux opinions sont en présence. Suivant la première, la langue bretonne serait venue de la Bretagne anglaise, dont les émigrants avaient formé, avec les Armoricains, une alliance défensive contre les invasions des Germains.

Ce serait une circonstance d'ordre politique qui aurait été l'origine de l'introduction de la langue bretonne dans l'Armorique.

Suivant la seconde opinion, la langue qui se parle encore aujourd'hui à Batz serait le vestige de celle qui fut parlée jadis dans toute l'étendue de la Gaule.

Cet îlot de la langue gauloise se rattache en effet à la langue vannetaise, et celle-ci, par continuité, à la langue cornouaillaise, qui se continue elle-même avec celle du Léonnois.

Si nous considérons la langue usitée à Batz comme une survivance, un tel phé-

nomène ne peut manquer de se produire. Or, ce qui paraît invraisemblable, c'est que cette langue soit une importation due à la présence, sur nos côtes, d'étrangers, relativement peu nombreux, et dont le séjour a été plus ou moins passager dans cette région.

La langue qui se parle encore aujourd'hui dans la presqu'île de Batz est donc bien celle qui s'est parlée autrefois dans toute la Gaule.

Quant aux caractères physiques de la population, ce sont ceux qu'on retrouve chez tous les indigènes de la basse Bretagne : Taille petite; crâne brachycéphale (très-généralement, 2 dolichocéphales sur 20).

Sur 15 individus mesurés il y a 1 dolichocéphale vrai, 1 sous-dolichocéphale, 2 mésaticéphales, 3 sous-brachycéphales et 8 brachycéphales vrais, et l'indice moyen des 15 est de 83.67, chiffre qui correspond à la brachycéphalie vraie.

Il est à remarquer, enfin, que le costume national et les mœurs des habitants de la presqu'île de Batz offrent de très-intimes rapports avec ceux des habitants de la Lozère.

En terminant, M. Broca propose à la section d'émettre le vœu suivant : Il existe dans la presqu'île de Batz une collection de costumes dont il ne reste plus que de rares exemplaires. Il y aurait un grand intérêt ethnographique à ce que ces divers types fussent conservés. Ils constituent une page de l'anthropologie et de l'histoire nationales. Il y a lieu de prendre les mesures nécessaires pour que cette collection précieuse, qui menace de disparaître avant longtemps, soit recueillie et prenne place dans un musée.

La proposition est votée d'acclamation. (L'accueil très-sympathique qu'elle a rencontré de diverses parts a permis d'arriver à un commencement d'exécution avant la clôture du Congrès) (1).

M. Léon Bureau ajoute que, s'il est possible encore de sauver de l'oubli le costume national des habitants de la presqu'île de Batz, la chose est faite quant à leur langue. Il en existe, dès à présent, un dictionnaire. La trace de cette langue ne s'effacera pas.

M. le docteur G. Lagneau insiste sur certains caractères ethniques de cette population : coloration grisâtre de l'iris; brachycéphalie, etc. Quant à sa prétention de descendre des Saxons, elle ne repose sur aucune base scientifique, et tombe devant une multitude de documents. Ce qui est vrai, c'est que les Saxons ont habité les bords de la Loire, qu'ils en furent chassés, puis y revinrent. Leur présence est signalée à Guérande. S'il n'est nullement établi qu'ils aient habité Batz, il est certain, cependant, qu'ils occupaient le voisinage.

M. Rouffet. A l'île de Sein, située en vue des côtes du Finistère, comme dans la presqu'île de Batz, se rencontre cette particularité des alliances multiples dans une même famille. Quant à la langue parlée à Batz, M. Rouffet ne la croit pas assimilable au gallois.

(1) Une somme de 1,500 fr., versée par divers membres de l'Association à titre de subvention, a été consacrée à l'achat de costumes originaux qui sont dès à présent réunis au Muséum d'histoire naturelle de Nantes, où ils forment une collection très-intéressante au point de vue ethnographique.

M. LE Dr PRUNIÈRES

De Marvejols (Lozère).

LE TRAVAIL DES OS ET DES DENTS A LA PÉRIODE NÉOLITHIQUE

— Séance du 25 août 1875. —

M. PRUNIÈRES étale sur le bureau un grand nombre de cartons recouverts les uns de pointes de flèches, de dards, de poinçons, de pendeloques, de grains de collier, en os, d'un travail quelquefois exquis ; les autres, de nombreuses dents percées, appointées, ayant souvent reçu des formes artificielles très-variées; les derniers, de rondelles nouvelles, plus ou moins semblables à celles qui furent produites à Lille et à Lyon, enfin de nombreux rochers de l'homme, du bœuf, du sus, dont certains sont percés d'un trou de suspension.

Parmi les objets de cette dernière catégorie, qui seront décrits plus tard, figure un fragment de crâne humain, dont la surface interne est recouverte de tout petits cercles qui ont été examinés et ont fait l'objet d'une discussion intéressante au commencement de l'année, devant la société d'Anthropologie de Paris. Pour M. Prunières, comme pour les savants qui ont pris part à cette discussion, ces cercles ont été probablement gravés avec un instrument en métal.

Les objets de parure, les grains de collier, les pendeloques surtout présentent généralement des formes et un fini tels, que M. Prunières se demande également si certains de ces objets auraient pu être ainsi travaillés sans l'intervention d'outils en métal. Deux pendeloques, très-semblables entre elles, si ce n'est quant à leurs dimensions, et à la disposition des gravures qu'elle présentent, sont recouvertes, sur une de leurs faces, de nombreuses petites figures formées d'un trou central et de deux cercles concentriques, qui paraissent creusés par la pointe d'un compas: des dessins identiquement pareils se rencontrent assez souvent sur des bracelets et objets divers de l'âge de bronze. Une de ces pièces a été présentée à la société d'Anthropologie de Paris, dans la séance du 7 janvier 1875; la deuxième a été découverte depuis cette époque dans le dolmen-tumulus de Cros-Bas, commune de Chanac, qui a donné, avec un très-fin anneau de bronze (cet anneau a été trouvé à l'intérieur d'un crâne, présentant une perforation *douteuse,* qui sera décrit plus tard), des silex de toute beauté, parmi lesquels une admirable lance, de près de vingt-cinq centimètres de longueur, qui est déposée sur le bureau. Ces deux pendeloques, découpées dans un os

plat, présentent dans l'épaisseur du diploé une rangée de petits trous, disposés sur une ligne droite et très-réguliers qui traversent l'os de part en part.

Les grains de collier, les poinçons, dards, pendeloques, etc., en os sont très-communs dans les dolmens de la Lozère. Comme les extrémités articulaires manquent dans presque toutes ces pièces, — elles n'existent guère que dans les poinçons, — il devient le plus souvent impossible de déterminer l'espèce animale qui les a fournies. Cependant deux os finement apointés, peut-être deux pointes de flèches, paraissent appartenir au lièvre ; et de très-nombreux grains de collier ont été très-certainement fournis par les os longs du mouton. M. Prunières a en effet recueilli deux extrémités d'os longs de cet animal, qui ont été sciés à un bout et qui présentent, sur la partie recueillie, de fins traits de scie indiquant un commencement de division de la longueur voulue pour obtenir une perle en os.

Les hommes des dolmens lozériens paraissent, comme tant d'autres populations primitives, avoir attaché une importance toute particulière aux dents portées comme amulettes ou comme ornements; non-seulement ils ont percé d'un trou de suspension les dents d'un très-grand nombre d'animaux, et même la mâchoire inférieure de certaines espèces, — on en voit des échantillons sur le bureau, — mais même ils ont eu des dents artificielles faites sur le modèle des dents naturelles. M. Prunières présente plusieurs de ces dents artificielles, ou de ces objets en forme de dent, qui sont en jais, en pierre, ou qui ont été découpés dans une coquille marine. Un objet en bronze, amulette ou ornement, a encore la forme d'une canine, avec un trou central de suspension. Les dents exposées appartiennent à un très-grand nombre d'espèces animales : ce sont des dents du sus, du loup, du renard, du cerf, du bœuf, etc., enfin une longue incisive du castor.

Certains dolmens ont quelquefois donné une dent unique de cheval, de bœuf, etc., sans trou de suspension, et M. Prunières se demande si la présence de ces dents isolées dans un mégalithe ne se rattacherait pas encore au même ordre d'idées que les dents percées, ou entourées d'un sillon creusé pour la suspension. Il a vu, dans les musées du Louvre, des dents percées, jusque dans le musée Egyptien.

Le sanglier est l'animal qui a fourni le plus de dents percées et travaillées : toutes les dents de l'animal adulte, à l'exception des molaires, et la mâchoire inférieure d'un jeune sujet percée d'un trou de suspension, sont représentées dans les collections de M. Prunières. Les défenses ont reçu des formes artificielles très-diverses : les unes ont été refendues dans leur longueur en forme de couteau ; d'autres sont arrondies aux deux bouts et percées d'un trou à chaque extrémité ; quelques-unes,

admirablement polies, comme usées sur tout leur pourtour et percées d'un trou central, sembleraient avoir servi de hochet. Une fine et longue aiguille courbe a été taillée dans une défense de sanglier.

En finissant, et à l'occasion des poinçons en os et des dents artificielles qu'il a décrits, M. Prunières appelle l'attention sur deux cartons recouverts d'objets similaires, qu'il a divisés en deux séries formées d'objets *de la même grandeur* et *exactement de la même forme.* Une de ces séries provient du Mexique, l'autre des dolmens de la Lozère. Non-seulement les nucléus, couteaux, lances, pointes de flèches, racloirs, etc., en obsidienne de provenance mexicaine ont leurs analogues, *identiquement* semblables, dans les nucléus, couteaux, lances, etc., en silex des dolmens lozériens, mais la ressemblance s'étend jusqu'aux grains de collier en pierre et en coquillage, aux poinçons en os, etc., et, ce qui paraît plus surprenant, jusqu'aux dents artificielles faites des deux côtés sur le même modèle. Cette exhibition montre encore que les Mexicains découpaient, eux aussi, dans les coquilles marines, des rondelles pour collier, identiquement semblables à ces rondelles en cardium qu'on trouve si nombreuses dans les dolmens du midi de la France. C'est en se basant sur des faits pareils, qui sont d'ailleurs nombreux partout, que M. Prunières a cru pouvoir soutenir dans la discussion du 20 (soir), qu'il n'est guère possible d'admettre la filiation entre deux populations en se basant uniquement sur la ressemblance que peuvent offrir les objets usuels créés par une industrie primitive.

DISCUSSION

M. Gassies fait remarquer que le musée de Bordeaux possède des instruments venant de la Nouvelle-Calédonie, qui sont identiques avec ceux qui ont été extraits de gisements préhistoriques de la Gironde.

M. Chauvet fait ressortir ce que ce fait a de probant, à l'appui de la thèse qu'il a soutenue, concluant à l'absence d'hiatus, au point de vue industriel, entre les diverses civilisations.

M. CARTAILHAC

Directeur de la Revue « Matériaux pour servir à l'histoire de l'homme. »

L'EXCURSION AU LAC DE GRAND-LIEU

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 25 août 1875. —

M. Cartailhac donne les détails suivants sur une exploration entreprise la veille, par plusieurs membres de la section, autour du lac de Grand-Lieu, par

Saint-Philbert, Sainte-Pazanne, le port Fésat, le port Saint-Père et Saint-Mars.

Au port Fésat, a été constatée l'existence d'un dolmen qui ne paraît pas avoir été signalé jusqu'ici, et qui présente les vestiges d'une sculpture portant les traces d'un moulage remontant probablement à plusieurs années et n'ayant pas, jusqu'ici, été livré à la publicité.

Ce dolmen est situé à 60 mètres environ d'une petite rivière, sur la rive opposée de laquelle s'élève le village. Son entrée regarde le cours de l'eau.

A Sainte-Pazanne, le dépouillement du registre cadastral a permis de relever divers points de la commune à vérifier en raison de la dénomination qui leur est assignée.

Au port Saint-Père, M. Patrice, médecin, adjoint au maire de la commune, a mis sous les yeux des explorateurs deux haches, dont l'une présente à un degré très-net les caractères locaux.

Des renseignements obtenus à Saint-Mars, enfin, il résulte qu'il a été trouvé une pirogue dans le lac de Grand-Lieu, et qu'on extrait fréquemment du rivage une grande quantité d'arbres ne paraissant avoir été l'objet d'aucun travail.

Il aurait été trouvé également des pilotis et des briques qui ont été collectionnés au musée de Saint-Germain.

La légende du pays est que la ville d'Herbauge a été ensevelie dans le lac, et que la nuit on entend les cloches sonner au fond de l'eau.

M. Cartailhac présente, en terminant, des instruments provenant d'une collection appartenant à M. Verger et à un autre habitant de Saint-Philbert. Des fouilles ultérieures, auxquelles M. Verger veut bien promettre de s'associer activement, sont en projet.

M. DE MORTILLET considère les pilotis trouvés au bord du lac de Grand-Lieu comme ayant été travaillés par des instruments en fer et provenant d'une station romaine établie sur ce point.

M. GUSTAVE LAGNEAU

SUR LES LIGURES

— Séance du 25 août 1875. —

A propos de ma communication sur l'ethnogénie des populations du nord-ouest de la France, M. Broca m'a objecté que les Ligures brachycéphales au point de vue ethnologique ne devaient pas être rapprochés des Ibères selon lui dolichocéphales. J'ai répondu que j'étais porté

à penser que les Ibères étaient brachycéphales, mais qu'un peuple dolichocéphale avait précédé les Ibères dans la péninsule Hispanique, en Espagne. Je demanderai actuellement à la section d'anthropologie de me permettre de lui exposer brièvement les résultats, malheureusement peu précis, encore peu décisifs, auxquels je suis arrivé dans un travail spécial sur les Ligures présenté dernièrement à l'Institut, Académie des Inscriptions.

Dans ce travail, après avoir étudié l'aire géographique de ce peuple, je recherche quels sont ses relations ethniques avec les autres peuples de notre Occident.

Aire géographique. Des Ligures, d'après Festus Avienus, se trouvaient auprès des îles Æstrymnides, îles Sorlingues. Ils habitaient sur les bords de la Loire, Λιγὺρος, à laquelle selon Artemidore et Eustathe ils devaient leur nom. Selon Etienne de Bysance, ils possédaient une ville non loin de Tartesse, actuellement Cadix. D'après Thucydide, ils auraient habité sur la côte occidentale de l'Hispanie, les bords du Sicanus, selon Servius, le Sucron ou Xucar, près de la ville de Sicania mentionnée par Festus Avienus ; ils en auraient chassé les Sicanes, qui, suivant le littoral méditerranéen, allèrent jusqu'en Trinacria, dès lors appelée Sicania, depuis Sicilia, Sicile, du nom d'autres immigrants, les Sicules, ainsi que le relatent Denys d'Halicarnasse, Hellanicus de Lesbos et Philiste de Syracuse.

Suivant la plupart des auteurs anciens, Scylax, Polybe, Symnos de Chio, Strabon, Denys d'Halicarnasse, Pline, Plutarque, Florus, Dion Cassius, les Ligures habitaient principalement sur le littoral méditerranéen, des Pyrénées à la Thyrrhénie, actuellement la Toscane, aux pays des Arrétins et des Boies. Ils occupaient cette région vraisemblablement avant le IX^{e} siècle av. J.-C., car, dès l'époque d'Hésiode, les îles d'Hyères portaient le nom d'îles Ligustides. Des bords de la Macra, qui séparait au sud-est les Ligures des Tyrrhènes, Tite-Live décrit la transportation auprès de Beneventum, des Ligures Apuanes qui, suivant Pline, auraient pris le nom de Ligures Cornéliens et Bébiens, des noms des proconsuls Cornelius et Bœbius les ayant vaincus vers 180 av. J.-C. Les Ligures restés dans la région maritime et montagneuse s'étendant des Pyrénées à la Macra se divisaient en Ibéro-Ligures des Pyrénées au Rhône ; en Celto-Ligures du Rhône aux Alpes, et en Ligures des Alpes à la Macra. Les principales tribus de ces derniers étaient les Tiguliens, les Sabastes, près de Sabastum, Savone ; les Ingaunes, près d'Albingaunum, Albenga ; les Intemeliens, près d'Intemelium, Vintimille ; les Epanteriens, les Veliates, les Cosmonates, les Eubunates, les Magelles, Vibelles, Statyelles, les Cerdiciates, les Celelates, les Leves, et les Mariques auprès de Ticinum, Pavie ; les Taurins, les Stœnes, les Vagiens, etc.

La partie de la Ligurie plus tard appelée Celto-Ligurie, ainsi que l'indique Strabon, vraisemblablement par suite du mélange des Celtes avec les Ligures, comprenait les Deciates, les Oxybes, les Salluves, les Vulgentes, Suetres, les Queriatres, les Adunciates, les Reïes, etc.

L'Ibéro-Ligurie, qui, ainsi que l'indiquent Scylax et Plutarque, était peuplée d'Ibères et de Ligures, comprenait les Bebrykes, les Eleziks, les Consuaraniens et les Sordes, près de Ruscino, Perpignan, et d'Illiberis, Elne, mentionnés par Pline, Silius Italicus, Symnos de Chio et Tzetzes.

Les Sordes ou Sardones avaient des homonymes en Sardaigne, que Pausanias dit avoir été peuplée par des Ibères conduits par Norax. Les Bebrykes, selon Festus Avienus, auraient eu une peuplade de leur nom en Hispanie, sur les bords du Tyrius, affluent du Sicanus.

En Occident, les Ligures du littoral méditerranéen se trouvaient être voisins des Bebrykes de la Narbonnaise et des Ibères d'Hispanie. En Asie il existait également des Ligures assez voisins d'Ibères et peu éloignés de Bebrikes. Hérodote indique les Ligures au nombre des soldats commandés par Gobrius, fils de Darius et d'Artistone. Lycophron désigne comme étant une ville ligure Kutaia, actuellement Koutaïs en Iméréthie, au sud-ouest du Caucase. Et Eustathe dit que les Ligures de la Colchide, auxquels Lycophron donne la ville de Kutaia, paraissent être une colonie de ceux d'Europe.

Ces Ligures de la Colchide étaient voisins des Ibères habitant au sud-est du Caucase, mentionnés par Strabon, Pline, Pomponius Mela, Josèphe, Appien, Ptolémée, Dion Cassius, l'anonyme de Ravenne. Pareillement ces Ligures étaient peu éloignés des Bebrykes qu'Etienne de Bysance, Denys le Périégète, Lycophron, Denys de Bysance, Tzetzes, disent avoir habité au nord de l'Asie-Mineure, entre la Troade et le Pont.

La coexistence des Ligures, des Ibères, des Bébrykes d'une part, dans notre Europe occidentale, d'autre part en Asie au sud du Caucase, semble autoriser à regarder ces trois peuples comme ayant effectué des migrations plus ou moins simultanées établissant entre ceux d'Europe et ceux d'Asie certaines relations ethniques, mais des passages contradictoires de Varron, Pline, et Appien, d'Apollodore, Strabon, Denys le Périégète et Eustathe, il est difficile d'induire avec certitude la direction de ces migrations d'Orient en Occident, ou d'Occident en Orient.

Ethnogénie. Les Ligures ont tour à tour été considérés comme se rattachant à une race africaine, à la race celtique, à la race ibérienne.

L'origine africaine des Ligures, défendue surtout par Roget, baron de Belloguet, semble inadmissible, car les mensurations craniométriques

prises par MM. Nicolucci, Carl Vogt et Pruner Bey sur d'anciens habitants du littoral méditerranéen ayant été plus particulièrement occupé par les Ligures et ayant conservé le nom de Ligurie, ont permis de reconnaître que les Ligures étaient des brachycéphales de petite taille, tandis que les habitants du nord-ouest de l'Afrique étaient des dolichocéphales; dolichocéphales qu'on est amené à rattacher à une race antérieure, celle des Atlantes. En effet, ces Atlantes, selon Hérodote, Pomponius Mela, Diodore de Sicile, habitaient anciennement le nord-ouest de l'Afrique, mais suivant Platon, dont le récit semble vraisemblable à Posidonius et à Strabon, ces Atlantes auraient antérieurement occupé l'Atlantide, vaste groupe d'îles très-anciennement situé dans l'océan Atlantique, mais depuis immergé sous les flots à la suite de tremblements de terre. De cette Atlantide qui, à l'époque carthaginoise, selon Aristote et Diodore de Sicile, avait encore des fleuves navigables, indices d'une assez grande étendue territoriale, neuf mille ans avant le récit fait à Solon par les prêtres de Saïs, soit environ 9,600 ans avant Jésus-Christ, les Atlantes insulaires auraient envahi d'une part l'Afrique jusqu'à l'Egypte, d'autre part l'Europe jusqu'à la Tyrrhénie, la Toscane, et auraient vaincu dans une bataille navale Phorcys, roi de Corse et de Sardaigne, ainsi que le rappelle Varron. Les druides des Gaules conservaient peut-être le souvenir de l'invasion de ces insulaires lorsqu'au nombre des éléments ethniques de notre population, ils mentionnaient, selon Ammien Marcellin, des immigrants venus d'îles éloignées.

Cette invasion des Atlantes expliquerait l'homonymie de certaines peuplades se retrouvant à la fois dans l'Afrique occidentale et dans le sud-ouest de l'Europe. En effet, Ptolémée signale en Mauritanie des Kinithes, des Salasses; Hérodote et Festus Avienus mentionnent des Kinèthes sur les bords de l'Anas, le Guadalquivir, et Strabon, Tite-Live, Dion Cassius, Ptolémée et maints autres auteurs parlent des Salasses des Alpes, anciens habitants du val d'Aost.

Enfin cette invasion et cette répartition géographique des Atlantes sembleraient trouver leur confirmation dans les mensurations anthropologiques prises par MM. Broca, de Quatrefages et Hamy sur les Guanches des îles Canaries, sur certains Kabyles de l'Algérie, sur certains Basques espagnols et sur certains troglodytes de l'âge de pierre du midi de la France et du littoral nord-ouest de l'Italie; car ces mensurations permettent de reconnaître qu'une même race dolichocéphale de grande taille a existé très-anciennement, dès l'âge de pierre, et existe encore sur certains points, dans les îles Canaries, dans le nord-ouest de l'Afrique, en Espagne, dans le midi de la France et le nord-ouest de l'Italie.

Les Ligures brachycéphales, qui sous le rapport anthropologique

diffèrent complétement des peuples dolichocéphales de race atlantique, par le fait même de leur conformation brachycéphalique, pourraient être rapprochés des Celtes que M. Broca, par de nombreuses mensurations d'habitants de l'ancienne Celtique, a reconnus être également brachycéphales.

Cette parenté des Ligures et des Celtes, acceptée par Fréret, ne semble pas avoir été admise dans l'antiquité. Strabon non-seulement semble indiquer l'immixtion de deux races distinctes, lorsqu'en parlant du littoral compris entre le Rhône et les Alpes, il dit que les habitants, d'abord appelés Ligures, furent ensuite dénommés Celto-Ligures, mais indique d'une manière positive cette dualité ethnique, lorsqu'en parlant de peuplades Ligures et Celtiques des Alpes il remarque qu'elles sont de races différentes, mais que les premières ont adopté le genre de vie des secondes.

Cette conformation brachycéphalique des Ligures, conformément à l'opinion d'Amédée Thierry, les rapproche-t-elle davantage des Ibères et des Basques brachycéphales observés par Retzius, M. Pruner Bey, et M. Broca à Saint-Jean-de-Luz? Question difficile à résoudre, qu'un jour peut-être les études anthropologiques trancheront définitivement. Toutefois, quoique Scylax semble différencier ethnologiquement les Ligures des Ibères en disant qu'entre les Pyrénées et le Rhône il existe des Ibères et des Ligures, distinction que fait également Plutarque; quoique Sénèque, en remarquant qu'en Corse la langue des Cantabres hispaniens a été modifiée par l'introduction de celle des Ligures, semble indiquer une différence linguistique entre les uns et les autres, on peut faire observer en faveur de la parenté ou de la communauté d'origine des Ligures et des Ibères, d'une part leur coexistence, soit dans l'Europe occidentale, soit en Asie, coexistence qui semble impliquer une certaine simultanéité dans la migration des uns et des autres; d'autre part l'emploi des noms d'Ibères et de Ligures pour désigner une même population d'un même pays, comme celle des îles Cassitérides, où Denys le Périégète, Festus Avienus, Priscianus, signalent la présence des premiers, et où Festus Avienus parle également des Ligures.

De cet exposé, il semble donc résulter qu'au point de vue ethnologique, les Ligures brachycéphales diffèrent complétement des peuples dolichocéphales de race atlantique; — que les Ligures ne semblent pas devoir être rapprochés des Celtes, également brachycéphales, mais considérés par les auteurs anciens comme appartenant à une race différente; — enfin que les Ligures, quoique distingués des Ibères par certains auteurs, sembleraient plutôt devoir être rapprochés ethnologiquement de ce peuple, dont les Basques brachycéphales seraient les descendants, car en Orient comme en Occident les Ligures et les

Ibères se trouvent habiter les uns auprès des autres, et dans certains pays les habitants paraissent indifféremment avoir été désignés par les noms d'Ibères et de Ligures.

M. LE COMTE DE LIMUR

de Vannes.

PRÉCESSION DES ÉQUINOXES, LEUR CONSÉQUENCE DANS UN AVENIR RECULÉ

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 25 août 1875. —

M. le comte de Limur présente un tableau synoptique des conséquences de la précession des équinoxes.

M. CARTAILHAC

Directeur de la Revue « Matériaux pour servir à l'histoire de l'homme. »

PRÉSENTATION DE PHOTOGRAPHIES DE DOLMENS

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 26 août 1875. —

M. Cartailhac présente une collection de photographies représentant des dolmens de la contrée sud-ouest de la France, et signale dans le département de Vaucluse l'existence de nombreux dolmens non encore explorés.

M. DOMBROWSKI

PRÉSENTATION D'UN CRANE DOLICHOCÉPHALE

— Séance du 26 août 1875. —

La route nationale de Périgueux à Mont-de-Marsan traverse à moitié de chemin, entre Bergerac et Eymet, un petit vallon arrosé par la Gardonnette. A 400 mètres, en partant du pont et suivant la rive droite de la Gardonnette, on rencontre une source, la *Font-Tendillères,* très-connue dans le pays. C'est une vaste excavation dans la

roche calcaire tertiaire, à mi-hauteur du rebord du vallon. Pendant la saison pluvieuse, l'eau se jette abondamment à travers deux ouvertures, l'une placée presque sous la voûte et à droite, l'autre beaucoup plus bas et à gauche. En ce moment cette dernière est la seule qui donne de l'eau et même elle ne tarit jamais ; une espèce de tintillement sonore que produit la chute d'eau dans l'intérieur du rocher, avait sans doute été la cause du nom qu'on a donné à la *Font-Tendillières.* A droite de cette espèce d'abri sous roche, et bien au dessus de son surplomb, se trouve une grotte très-profonde ; son orifice est un peu obstruée par de grands blocs de roches éboulées ; on y marche à pied sec pendant une centaine de mètres, toujours en pente douce, dans la direction du sud au nord-est ; on rencontre d'abord, à gauche, un petit gouffre ensablé, puis on arrive à un second gouffre également à gauche, où se perd le ruisseau qui parcourt la grotte, laquelle prend d'abord sa direction vers l'est, puis au nord-est et continue toujours dans cette direction. Le propriétaire de la grotte, M. Ricard, qui demeure tout près, sur le plateau, y avait pénétré jusqu'à 1,000 mètres, marchant toujours dans l'eau, sous une voûte élevée, ne rencontrant qu'un seul obstacle, des roches éboulées, mais faciles à franchir, et plus tard, il avait acquis la certitude que ce long souterrain communiquait, par plusieurs ouvertures dans les rochers, avec le vallon adjacent à celui de la Gardonnette.

Le 30 juillet dernier, une société composée de dames et de messieurs, séduite par la beauté du site, est allée faire un repas champêtre à la Font-Tendillières. Après le repas, quelques personnes, et parmi elles M. Dalché, pharmacien à Miramont, pénétrèrent dans la grotte et là, sans but déterminé, en fouillant dans le sable submergé, ils attirèrent à eux un crâne humain, un silex taillé et quelques menus fragments de poteries : ces objets m'ont été communiqués par M. Dalché, et le 6 août je pus aller moi-même dans la grotte. Dans le premier bassin que forme le ruisseau j'aperçus un crâne renversé, avec l'aide de ma canne je parvins à l'attirer vers moi ; c'était un crâne analogue à celui qu'on m'avait déjà montré ; n'étant pas muni convenablement pour mes recherches dans la grotte, je suis allé explorer le plateau et le vallon, en remontant la Gardonnette jusqu'au château de Bridoire (antique manoir de la Guyenne). Toute la rive droite est surplombée par des roches offrant de nombreux abris sous roches, trop boisés en ce moment pour pouvoir être explorés, mais de nombreux nucléus, roulés jusqu'au chemin, prouvent qu'il y a des silex travaillés. Sous le château de Bridoire même j'aperçus un cendrier, et sur le plateau je recueillis plusieurs couteaux et grattoirs, du genre de la *Madeleine et des Eyzies;* plus une hache taillée en amande.

Le 13 août suivant, je pénétrai de nouveau dans la grotte, muni de bougies et des instruments nécessaires, en compagnie du jeune Roquemaure. L'eau du ruisseau était limpide, on ne voyait que le sable fin ; pour ne pas altérer la transparence de l'eau, ce qui nous aurait empêchés de faire nos explorations plus en avant, nous avons commencé par le premier bassin, où j'avais déjà trouvé un crâne. Au bout de deux heures d'un travail pénible j'entrai en possession d'un crâne, d'un maxillaire supérieur, de fragments de poterie et de silex éclatés. Dans le même bassin je trouvai encore deux autres crânes moins bien conservés ; je me suis avancé dans la grotte à 400 mètres en avant ; j'ai constamment rencontré des ossements dans chaque bassin que forme le ruisseau, soit en fouillant le sable, soit en reconnaissant leur forme sous le sol et les stalagmites aux abords des bassins, et j'acquis la certitude que cette grotte avait servi à la sépulture d'hommes à crânes dolichocéphales dont les restes doivent être encore très-nombreux. — Le ruisseau, à cette époque, ne parcourait pas la grotte (car il n'est pas probable qu'ils s'enterrassent dans l'eau), mais le rehaussement du vallon jusqu'aux ouvertures communiquant avec la grotte y avait amené les eaux pluviales. Puis quelques fentes élargies aux voûtes donnaient un accès plus facile aux eaux d'infiltration.

Quelques pluies très-abondantes avaient changé souvent le ruisseau en un torrent qui avait porté le désordre dans l'intérieur de la grotte. Conséquemment, il est difficile d'apprécier dans quel ordre les cadavres étaient ensevelis. Néanmoins j'ai trouvé toujours des débris de poteries à côté des crânes.

M. le Dr COMBES

à Pons (Charente-Inférieure).

SUR UNE HABITATION LACUSTRE DANS L'ARRONDISSEMENT DE SAINTES

— Séance du 26 août 1875. —

Il existe, dans l'arrondissement de Saintes, près de Colombiers, un petit étang, nommé Fontloreau, de forme ovale, où l'homme préhistorique avait construit une demeure dont les restes se retrouvent à cinq mètres de profondeur. L'habitation, placée au centre de l'étang, occupait la partie la plus profonde. Qu'on s'imagine une sorte d'entonnoir de cinq ou six mètres de diamètre, d'où s'échappe une source puissante. Sur les bords taillés presque à pic, la hauteur des eaux atteint deux mètres au moins. De ces bords à la rive,

la distance est de trois mètres dans le sens de la largeur, et de sept à huit mètres dans le sens de la longueur.

Les fouilles que j'ai pratiquées jusqu'à ce jour m'ont permis d'extraire du fond de l'entonnoir les objets suivants :

1° Une corne, des dents et des ossements de bœufs, dont les cavités sont incrustées de sable, et dont la substance a subi une transformation presque calcaire ;

2° Des haches polies, savoir : une jolie hachette, polie près du tranchant seulement — silex noir — ; une hache grossière, toute polie — silex violet clair — ; la moitié d'une hache, polie près du tranchant (l'autre moitié a disparu) — silex jaune grisâtre — ; la moitié supérieure d'une hache complétement polie — silex gris — ; enfin un débris de tranchant poli — silex jaune ;

3° Trois haches fort bien taillées, dont je communique le dessin avec celui des haches polies. — Je viens encore d'en trouver une quatrième.

4° Trois haches taillées plus grossières ;

5° Une délicieuse hachette bien taillée, de forme ovale ;

(Les haches taillées sont toutes en silex blanc jaunâtre.)

6° Plusieurs couteaux, grattoirs et racloirs, très-bien retouchés et retaillés ;

7° Des instruments de diverses formes en grand nombre ;

8° Beaucoup d'autres brisés avec des centaines d'éclats ;

9° Une pointe (de javeline probablement), très-bien taillée, à petits éclats sur les deux faces.

La demeure lacustre dont j'ai retrouvé les vestiges offre ce caractère particulier, qu'elle était unique et isolée. Les dimensions de l'étang et l'emplacement qu'elle occupait le démontrent avec la plus entière évidence. L'étang mesure actuellement, en longueur, soixante-dix mètres environ, et en largeur, trente-cinq mètres. Il forme un ovale parfait. Ses dimensions ont dû être différentes à l'époque où il était habité. Car la vallée dont il occupe une des sinuosités anguleuses était recouverte d'une nappe d'eau, sous laquelle les nombreuses plantes du marécage se condensaient par les combinaisons chimiques et les apports fluviatiles en tourbe grossière ; et les rives plus abaissées gagnaient sur les campagnes environnantes.

La fontaine d'où provient l'étang est assez puissante pour mettre en mouvement une grosse roue de moulin. Au point même où la chute d'eau a été ménagée, le courant atteint une hauteur de 12 centimètres, par les chaleurs estivales, sur une largeur de 1 mètre environ. Le trou par lequel l'eau vient sourdre des profondeurs de notre terrain calcaire a 5 mètres de long sur 3 mètres de large. A cet endroit, l'étang a 4 mètres environ de profondeur.

Les bords du trou sont raides. Le niveau immédiatement extérieur est de 2 mètres au dessous de la surface de l'eau, et il diminue progressivement jusqu'aux rives, en conservant, toutefois, sa plus grande profondeur du côté des terres.

Autant qu'il est permis de le conjecturer d'après l'étude du terrain, l'étang communiquait par deux points, deux déversoirs larges de plusieurs mètres, avec les marécages de la vallée de la Seugne. L'habitation lacustre ne s'étendait pas au delà du point le plus profond, c'est-à-dire du trou d'émergence de la source, car on ne trouve pas de silex ouvrés en dehors de ce point.

Depuis les premières fouilles dont j'ai parlé plus haut, j'ai encore ramené du fond de l'étang une hache complétement polie ; une hache primitivement polie et plus tard retaillée ; une très-jolie hachette taillée, et un autre instrument paraissant appartenir à la même catégorie, mais plat et très-bien taillé sur les deux faces. J'ai recueilli des ossements incomplets et brisés, dont une demi-mâchoire de *canis,* des débris de poteries, et, entre autres, une *assiette* ou *plat* (la destination est évidente) en terre rouge, de forme ovale, ayant une longueur de 0^m, 15 cent. et une largeur de 0^m, 12 cent. Les bords de cette assiette, presque entièrement intacts, sont peu réguliers, amincis, suffisamment relevés pour donner au centre la concavité de nos assiettes de dessert.

En résumé, la découverte qui fait l'objet de cette note, sans avoir par elle-même une grande importance, aura du moins cet avantage, qu'elle éveillera peut-être l'attention sur l'état antérieur de nos vallées marécageuses, et qu'elle prouvera péremptoirement qu'à l'époque où se formaient nos tourbières, la population pratiquait chez nous, aussi bien qu'en Suisse et dans l'est de la France, le mode d'habitations qu'on a nommées lacustres.

M. PINART

SUR LES RITES RELIGIEUX ET FUNÉRAIRES DES POPL'LATIONS ALÉOUTES ET « ESKIMOS » DE LA COTE NORD-OUEST DE L'AMÉRIQUE

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 26 août 1875. —

M. PINART, dans une communication sur les rites religieux et funéraires des populations de la côte nord-ouest de l'Amérique, démontre que le culte des popu-

lations aléoutes et « eskimos » repose sur l'idée du double principe du bien et du mal.

Dans leur conviction, dit M. Pinart, l'individu passe, après la mort, par une série d'existences où il se trouve en rapport avec des esprits de plus en plus rapprochés de la perfection, si sa vie actuelle a été bien remplie. Il suit, au contraire, une progression descendante et tombe dans des mondes de plus en plus imparfaits, s'il a commis des crimes ou s'il a mal vécu.

Ces populations réprouvent les idoles. Elles conservent leur culte pour le soleil et pour la lune, qu'elles adorent matin et soir, en commun, en se réunissant sur les sommets.

La lune représente le principe masculin ; le soleil, le principe féminin. C'étaient le frère et la sœur. Ils s'éprirent d'amour, devinrent incestueux, et furent séparés pour toujours. Dans l'immensité, ils se cherchent, aspirent à se joindre sans y pouvoir réussir jamais. Telle est la légende.

M. CARTAILHAC fait remarquer que ces populations aléoutes en sont, pour l'industrie, exactement parvenues à l'âge du renne.

M. DE MAÏNOFF ajoute qu'en Russie se rencontre la même légende sur le soleil et la lune qui a cours chez les peuples dont a parlé M. Pinart.

M. LE Dr PRUNIERES

De Marvejols (Lozère).

SUR UN CIMETIÈRE DE L'ÉPOQUE NÉOLITHIQUE

— Séance du 26 août 1875. —

Dans ma communication sur les crânes perforés, je mentionnai l'année dernière, à Lille, la découverte d'un intéressant cimetière de l'époque néolithique, dont j'avais, déjà à cette époque, commencé l'exploration. Cette exploration n'est pas encore terminée aujourd'hui. Cependant je vous demanderai la permission d'exposer devant vous, avec une partie des objets recueillis dans diverses tombes, les observations qu'il m'a été permis de faire et les résultats déjà obtenus.

Ce cimetière est situé sur la partie la plus stérile, la plus desséchée des vastes causses situés entre le Tarn et le Lot, sur les confins des communes de Chanac et de Laval-du-Tarn. Sur une grande partie de ce plateau, sur de vastes territoires abandonnés à la vaine pâture, où la roche affleure presque partout, où la terre végétale et le gazon font à peu près défaut, comme l'eau, les sépultures antiques abondent et sont particulièrement nombreuses à la surface et autour d'une vaste terre qui porte le nom caractéristique du « Sec ». Il y a là, sur un espace de

quelques kilomètres carrés, et surtout en se rapprochant de mon cimetière, de très-nombreux dolmens, des tumulus-dolmens, des tumulus de l'âge du bronze avec ou sans incinération, enfin des tombelles de dimensions plus ou moins exiguës. Comme j'avais l'honneur de le dire dans une communication précédente, dans la séance du 23 au soir, ces monuments, de forme et d'âge différents, sont entremêlés — on trouve quelquefois un tumulus entre deux dolmens — et plus ou moins rapprochés les uns des autres. Dans quelques cas, un tumulus ou une tombelle se présentent comme le satellite ou le complément du dolmen voisin. Voici quelques magnifiques silex provenant d'un de ces dolmens qui renfermait les restes de vingt-six adultes et de plusieurs enfants ou adolescents; et le tas de bracelets brûlés que j'ai montrés dans une précédente séance provenait d'un tumulus voisin, situé entre ce dolmen et le cimetière.

Mais il y a plus. Un certain nombre de dolmens et de tumulus sont situés sur les bords, sur le parcours d'une de ces antiques voies ou *draïos,* servant, depuis les temps les plus reculés, aux troupeaux du bas Languedoc, qui se rendent tous les étés sur les montagnes d'Aubrac, et que j'ai décrites dans mon mémoire sur les constructions et stratifications du lac Saint-Andéol.

Ces monuments mégalithiques, ainsi rangés sur le parcours d'une antique voie, sont-ils plus anciens que cette voie, et auraient-ils primitivement servi de jalons pour indiquer la direction à suivre; ou bien encore — il faut bien se le demander aussi — leur érection serait-elle, au moins quelquefois, postérieure au tracé de la *draïo,* comme les nombreux mausolées qui bordaient la voie Appienne et tant d'autres voies romaines ?

Quoi qu'il en soit, trois dolmens de dimensions médiocres, l'un au nord, l'autre au sud, et le troisième à l'ouest, sont en moyenne à moins de cent mètres des dernières tombes de mon cimetière. Ces tombes sont disséminées sur le sommet et sur les flancs d'une petite colline dirigée de l'est à l'ouest, et présentent généralement, elles aussi, cette même orientation ; quelques-unes cependant, mais c'est le très-petit nombre, ont une direction qui se rapproche de celle du nord au sud ou du nord-est au sud-ouest. Toutes ces tombes sont réparties sur un espace qui a à peine 80 mètres de longueur sur 60 mètres de largeur. Leurs dimensions sont généralement très-exiguës; la plupart ont une longueur de moins d'un mètre sur une largeur de cinquante à soixante centimètres, et une profondeur moindre. Comme la couche de terre végétale est très-peu épaisse sur la colline, on a dû, pour creuser les tombes, détacher quelques pierres des bancs calcaires qui forment la roche du sol. Les cadavres reposent ainsi sur le roc naturel, recouverts

d'une couche plus ou moins considérable de terre très-fine et de quelques pierres plates. Les tombes sont limitées par quatre pierres plantées qui forment la caisse. Les pierres des longs côtés font saillie sur le sol quelquefois de quarante ou cinquante centimètres, et, dans ce cas, elles supportent assez souvent une table horizontale, de manière à reproduire exactement la forme d'un tout petit dolmen. La première sépulture du côté de l'est est dans ce cas. Ce premier petit dolmen est, comme la plupart des grands mégalithes, entouré d'un tumulus d'assez vastes dimensions. C'est dans ce tombeau qu'ont été recueillis, et le plus grand des deux vases que voici, et les deux poinçons en os, avec la belle incisive de castor que j'ai l'honneur de mettre sous vos yeux. On peut voir sur cette dernière pièce, très-importante pour moi à cause de mes découvertes dans les bas-fonds du lac Saint-Andéol, le même travail que j'ai fait remarquer sur diverses dents de sanglier présentées précédemment à la section : la dent a été polie sur ses deux bords et à la racine ; de plus, un sillon circulaire pour la suspension a été creusé à cette extrémité.

La dernière sépulture du côté de l'ouest est encore un tumulus-dolmen, dont la chambre sépulcrale présente d'assez grandes dimensions. Il n'a été trouvé du bronze que dans cette sépulture, qui m'a donné le large poignard que voici, reposant sur la poitrine d'un adolescent brachycéphale, dont les côtes gauches conservent la couleur du vert-de-gris. Ce jeune sujet reposait entier sur un tas d'os sans ordre, plus nombreux ici que dans les autres tombes. A côté de lui, était placé sur un galet en schiste apporté évidemment d'assez loin sur ce plateau calcaire, le vase noir, ou plutôt la petite soucoupe déposée sur le bureau.

Les autres tombes fouillées jusqu'ici, et ce sont les plus importantes, ne contenaient en général qu'un sujet. Ce sujet a toujours été trouvé couché sur le côté droit et dans la position accroupie, la tête à l'est ou au nord, les cuisses fléchies sur l'abdomen, les jambes sur les cuisses, le talon touchant le bassin, et le menton au sternum. Les six os longs des membres inférieurs, les deux fémurs, les deux tibias et les péronés, ont pu être quelquefois extraits de la terre en un seul paquet, tant ils étaient parallèles et rapprochés les uns des autres. Les bras ont été plusieurs fois trouvés étendus en avant des genoux ; dans un seul cas le bras droit avait été ramené vers la tête, la main sous la joue droite, ce qui rappelait, dans le squelette, la position de l'homme endormi.

Quelques tombes avaient cependant reçu deux et même trois sujets successivement. Dans ces cas, le squelette du dernier enterré était seul en position ; les os des autres étaient disséminés dans toutes les parties de la sépulture.

Beaucoup d'os, un squelette entier, beaucoup de crânes pleins de

terre, ont été recueillis. La race sera étudiée quand les crânes se seront consolidés par une longue dessication, et que les fouilles seront terminées.

Toutes les tombes du cimetière ont donné les mêmes objets d'industrie que les dolmens environnants. J'ai déjà dit qu'une seule avait donné un objet de bronze. Dans toutes les autres il n'a été trouvé que des objets de l'âge de la pierre polie : des couteaux et des racloirs en silex, une pointe de flèche en cristal de roche, des coquilles, une pierre à écraser le grain, des poinçons en os, des dents percées, et enfin des haches polies. On sait que les haches polies sont très-rares dans les dolmens de la Lozère et de l'Aveyron. Le cimetière actuel en a, au contraire, donné un certain nombre, mais toutes très-petites. Ces hachettes, dont voici plusieurs échantillons, sont en jade, jadéite, néphrite, fibrolithe.

Un vase et un seul objet d'industrie, hachette, couteau, poinçon, etc., accompagnaient chaque squelette. Le vase a toujours été trouvé du côté de la tête, c'est-à-dire ordinairement à l'est, et quelquefois au nord. Dans les tombes qui avaient reçu plusieurs sujets, un seul vase — intact ou écrasé — était en position. Les débris des premiers vases étaient disséminés comme les débris des premiers squelettes. Ces vases sont généralement petits ; leur forme est assez élégante ; leur fond est rondi et plus épais que le reste du vase ; ils ne sauraient, à cause de la forme de ce fond, se tenir en équilibre sur un plan horizontal. A l'exception d'un seul, de la petite soucoupe que voici, tous ont une anse. La forme de ces anses varie ; quelquefois elle est fort semblable à celles de beaucoup de poteries grossières qu'on fabrique encore de nos jours. Deux vases sont dans ce cas ; le plus souvent toutefois, l'anse n'est guère qu'un mamelon placé près du fond et percé d'un trou à la base. Ces poteries sont formées d'une pâte assez fine mêlée de grains de quartz et recouverte de mica. Certaines sont jaunâtres, d'autres ont une couleur foncée. Je n'ai jamais eu la bonne fortune de rencontrer entiers des vases pareils dans les grands mégalithes, mais j'y ai recueili, peut-être par milliers, des fragments de poteries et de nombreuses anses complétement semblables à celles des vases entiers de mon cimetière.

Les silex et les haches polies recueillis dans les diverses tombes sont extrêmement petits. Comme il est facile de s'en convaincre, les couteaux ne sont que des pointes ou des fragments de couteaux ; une hachette en jadéite n'était représentée dans une tombe que par le fragment que voici, qui forme à peine le quart de l'instrument entier. Une magnifique petite hachette en jade manque de son talon, et on a encore essayé de la diviser en sciant sur ses deux faces planes la partie

qui reste, pour obtenir deux hachettes secondaires. De deux hachettes en fibrolithe, la première est si étroite, qu'elle semble avoir été obtenue par la division d'une hachette de la largeur de la deuxième. Deux ou trois tombes n'ont donné, avec le vase, qu'un éclat de silex à peu près informe, mais dont l'importance *symbolique* me paraît égale à celle des silex travaillés, car ces silex n'appartiennent pas au sol du causse environnant.

Je viens de prononcer le mot *symbolique,* parce que tous les divers silex recueillis dans mon cimetière me paraissent des objets votifs et symboliques. Les tout petits silex, les hachettes que vous venez de voir, n'étaient évidemment pas des armes véritables : ce ne sont, pour moi, que des simulacres d'armes. D'ailleurs, comme ces objets ressemblent à beaucoup de ceux que j'ai recueillis dans les grands dolméns voisins, je suis très-porté à penser que ces derniers sont aussi très-souvent, comme les vases dont on trouve les débris dans les mégalithes lozériens, des objets votifs devant servir au mort dans le monde nouveau où il se rend.

DISCUSSION

M. Chauvet considère plusieurs des armes que M. Prunières a présentées dans le cours de la session comme pouvant servir à des usages industriels.

Dr Prunières. Toutes les petites armes recueillies dans mon cimetière ne peuvent être que des simulacres, et le fait me paraît tout aussi évident pour certains silex recueillis dans les dolmens : voici, par exemple, une magnifique pointe de lance, longue de près de 25 centimètres, et si mince qu'elle devrait se briser au premier choc, comme une lamelle de verre de vitre; voici à côté, deux petits bijoux en silex d'un travail exquis, une microscopique pointe de flèche qui n'a que quelques millimètres de longueur, et une scie qui n'en a guère que deux de largeur. Pour moi, ces beaux objets extraits d'un dolmen voisin du cimetière que j'ai décrit, sont des simulacres comme les diverses armes recueillies dans ce cimetière. Toutefois, je n'entends pas dire que toutes les armes trouvées dans les dolmens soient aussi des simulacres, ni même que toutes soient des objets votifs. Certaines de ces armes servaient aux hommes des dolmens, et on en a la preuve : les *Matériaux* ont publié un intéressant mémoire sur une flèche, implantée longtemps avant la mort dans le tissu compacte d'un tibia trouvé dans un dolmen de l'Aveyron. M. de Baye a recueilli et mentionné plusieurs vertèbres traversées par des pointes de silex. J'ai moi-même recueilli, dans un très-beau dolmen, une vertèbre dorsale d'un sujet eu ne encore, dont le corps loge une fine pointe de flèche qui ne laisse voir que son pédoncule. Cette flèche a pénétré par le flanc gauche et a traversé tous les viscères; le sujet a dû succomber à la péritonite ou à l'hémorrhagie. Certains sujets tués à la guerre ont donc pu introduire ainsi dans les dolmens, des silex logés dans leurs issus et qui sont devenus libres par la décomposition des chairs. Il n'est donc pas permis d'être exclusif : aussi j'ai dit seulement et j'entends dire que beaucoup

d'armes trouvées dans les mégalithes sont des simulacres, et que l'immense majorité de ces armes et simulacres d'armes, sont des objets votifs comme les silex divers que j'ai recueillis dans les tombes de mon cimetière.

M. P. Broca, à propos des rondelles osseuses portées comme amulettes et provenant de crânes trépanés, appelle l'attention sur l'époque de la vie à laquelle se pratiquait cette trépanation. Tout permet de croire qu'elle ne se faisait que chez les enfants. A la mort d'un individu qui avait ainsi été trépané dans son enfance, on taillait des amulettes dans les parois de son crâne, et plus particulièrement sur les bords de l'ouverture cicatrisée.

M. le Dr Prunières regarde certaines rainures que l'on remarque sur quelques rondelles osseuses comme des traits de scie pratiqués dans le but de les diviser pour se les partager.

M. CHAPLAIN-DUPARC

Capitaine au long cours, Ingénieur civil.

GROTTES DANS LA SARTHE

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 26 août 1875. —

M. Chaplain-Duparc prend date en signalant la découverte qu'il a faite dans le département de la Sarthe de grottes dans des contrées où l'existence n'en était pas soupçonnée.

M. Ed. PIETTE

De Craonne.

LES VESTIGES DE LA PÉRIODE NÉOLITHIQUE COMPARÉS A CEUX DES AGES ANTÉRIEURS

— Séance du 26 août 1875. —

Les vestiges de la période néolithique ont paru à divers auteurs si différents de ceux des âges antérieurs qu'ils ont pensé qu'entre les temps quaternaires et ceux de la pierre polie, il s'est écoulé une époque de désolation pendant laquelle les terres de l'Europe occidentale ont été inhabitées et la tradition de l'homme a été interrompue. M. Cartailhac s'est fait le champion de cette manière de voir, qu'il a

défendue avec un incontestable talent, et s'il n'a pas réussi à convaincre la plupart de ses lecteurs, il a du moins éclairé certains côtés de la question.

Je suis de ceux qui ne se sont pas laissé persuader; mais je n'ai pas l'intention de le combattre ici. Mon but est seulement d'établir une base solide pour la discussion en signalant d'une manière précise les rapports et les différences de l'industrie de la pierre polie avec celle des âges antérieurs. Pour y parvenir, je vais comparer les armes, les outils, les ustensiles et les objets d'art de la période néolithique avec les vestiges des temps plus anciens.

ARMES.

Les armes furent en silex ou en autre pierre dure pendant l'âge néolithique, comme pendant les âges qui précédèrent les temps magdaléniens. Elles consistèrent en lances, javelines, flèches, poignards et haches. Les flèches, les javelines et les lances dérivent de deux types créés pendant les âges du Moustier et de Solutré. Celles qui se rapportent au type moustiérien ont un de leurs côtés plat, formé par l'enlèvement d'un seul éclat, et l'autre taillé à longues facettes. Celles qui dérivent du type solutréen sont taillées des deux côtés à petits éclats avec beaucoup de soin. Voyons d'abord ce que les populations néolithiques ont pris dans l'armement solutréen.

TYPE SOLUTRÉEN.

Flèches. — De Ferry a écrit dans le *Mâconnais préhistorique,* p. 73:

« Il me reste, pour résumer la question des armes caractéristiques de » Solutré, armes nécessairement en harmonie avec la manière de com- » battre ou de chasser de la tribu, à signaler un fait très-remarquable: » l'uniformité des prototypes des têtes de flèche, prototypes qui peu- » vent être ramenés, sauf d'insignifiantes exceptions, à quatre combi- » naisons géométriques :

» 1° L'ovale terminé en pointe à une seule extrémité (Pl. XVI, » fig. 4) (1).

» 2° L'ovale terminé en pointe aux deux extrémités de son grand » axe (Pl. XVI, fig. 2).

» 3° Le losange (Pl. XVIII, fig. 28 et 30).

» 4° Le double triangle de hauteur inégale opposé idéalement base à » base (Pl. XVIII, fig. 35). »

(1) Dans les planches, les numéros suivis d'un point indiquent les figures des silex paléolithiques. Les numéros qui ne sont suivis d'aucun point s'appliquent aux silex néolithiques.

La seconde variété dérive évidemment de la première, dont la forme rappelle celle des pointes amygdaloïdes de Saint-Acheul; la troisième dérive de la seconde et la quatrième de la troisième.

Ces quatre types de tête de flèche ont été retrouvés dans l'armement néolithique.

1° A la variété solutréenne de tête de flèche ovale à une seule pointe (Pl. XVI, fig. 4), correspondent une flèche du camp néolithique de Chassey (Pl. XVI, fig. 3), une flèche du même âge, provenant de la grotte néolithique de Durfort (Pl. XVII, fig. 2), une flèche du tombeau de La Coste (Hérault), âge de la pierre polie, une flèche des foyers-sépultures de Louvaresse, Isère (*Matériaux pour l'histoire de l'homme,* 5e année, 2e série, pl. 5, fig. 1), une flèche de la grotte sépulcrale de Gélie, Charente (*Matériaux,* 9e année, pl. 21, fig. 4), enfin diverses flèches néolithiques des bords de la Saône (*Mâconnais préhistorique,* pl. 34, fig. 1 et suiv.).

2° A la tête de flèche ovale à deux pointes de Solutré (Pl. XVI, fig. 2) correspondent une flèche néolithique de Saint-Saturnin, Savoie (Pl. XVI, fig. 1), une tête de flèche du dolmen de Truans, Aveyron, dessinée dans les *Matériaux,* 3e année, p. 231, fig. 41, et une flèche de la caverne de Saint-Marmet, Haute-Garonne, âge de la pierre polie (Pl. XVI, fig. 5). Celle-ci est légèrement tronquée à la base.

3° A la variété solutréenne de tête de flèche en losange (Pl. XVIII, fig. 28 et 30), on peut assimiler les flèches néolithiques du camp de Chassey (Pl. XVIII, fig. 31), et de la station de Réal, Tarn (Pl. XVIII, fig. 32).

4° A la quatrième variété de Solutré (Pl. XVIII, fig. 26 et 35), sont tout à fait assimilables, une pointe de flèche recueillie dans le camp de Chassey (Pl. XVIII, fig. 34), une autre trouvée dans le dolmen de la Glène, Aveyron (Pl. XVIII, fig. 33), une tête de flèche provenant du dolmen de Viala, Aveyron (Pl. XVIII, fig. 27), enfin une pointe de flèche du même âge provenant des bords de la Saône (Pl. XVIII, fig. 29, collection Mercey).

Ces quatre variétés sont communes dans le centre de la France et dans les régions circonvoisines, pays qui furent ceux de l'industrie solutréenne la plus florissante. Elles ont continué à être en usage jusque pendant l'âge du bronze, et c'est même d'elles que paraissent être dérivées les têtes de lance et de javeline en fer dont se sont servis les Gaulois, car l'âge des métaux imita les formes de l'âge de la pierre. On ne peut indiquer aucune différence entre les flèches néolithiques, appartenant à ces quatre types, et leurs similaires paléolithiques, si ce n'est le soin moins minutieux que l'ouvrier de la pierre polie apportait parfois à la confection de ces armes. Préoccupé avant tout de leur utilité, lorsqu'il

avait en main un silex plat, il en taillait les bords, sans se donner la peine de travailler le milieu ; car ce travail n'aurait rien ajouté à la puissance de la flèche. Je ne sache pas que l'ouvrier solutréen ait jamais montré pareille négligence. Amoureux des belles formes qu'il avait créées, il cherchait à les réaliser dans toute leur perfection. Il était artiste en même temps que tailleur de silex. L'homme néolithique a connu aussi le culte de la forme dans la fabrication des armes; mais c'est surtout dans la confection des flèches barbelées, des poignards et des autres types inventés par lui qu'il a déployé son talent.

Outre ces quatre types de flèche, qui sont passés sans modification dans l'armement néolithique, les chasseurs solutréens en ont connu trois autres, qui échappent à la classification de Ferry : la pointe à pédoncule, la pointe à base tronquée et la pointe monobarbelée. Il est impossible de les passer sous silence dans une étude comparative des armes des deux époques, car c'est d'eux que sont nées les trois variétés de la flèche néolithique par excellence : la flèche barbelée.

1° Le pédoncule était destiné à faciliter l'adaptation de la flèche à la hampe. Il se forma progressivement. Les premiers furent rudimentaires. Tels sont ceux de deux pointes recueillis par de Ferry dans les amas paléolithiques de Solutré, l'une dont le talon se déforme et s'allonge un peu (Pl. XVIII, fig. 17), l'autre (Pl. XVIII, fig. 26) dont la base rétrécie est très-comparable à celle d'une flèche néolithique trouvée par M. Mercey dans les berges de la Saône (Pl. XVIII, fig. 29). Les têtes de flèche à long pédoncule sans aileron ne sont pas très-rares dans les stations solutréennes. J'en ai fait dessiner quatre dans la planche XVIII, deux recueillies à Solutré même (fig. 18 et 19), une à Saint-Martin-d'Excideuil (fig. 21) et une autre à Laugerie-Haute (fig. 22). Elles sont non moins communes dans les stations de la pierre polie. Telles sont celles qu'on a trouvées dans le dolmen de Blachère (Pl. XVIII, fig. 20), dans un autre dolmen de la Lozère (Pl. XVIII, fig. 16), dans les berges de la Saône (Pl. XVIII, fig. 11), et à Saint-Saturnin (Pl. XVIII, fig. 15). Celles-ci ont généralement une forme plus conique, et elles sont un peu plus anguleuses latéralement; mais il y a transition presque insensible des unes aux autres, et les flèches à angles latéraux, telles que celles du dolmen de la Glène, Aveyron (Pl. XVIII, fig. 9), conduisent par des formes intermédiaires à la flèche à ailerons rudimentaires (voyez une pointe du camp de Chassey, pl. XVIII, fig. 10, et une autre du dolmen de la Glène, pl. XVIII, fig. 8). Parmi les flèches néolithiques à pédoncule, il y en a qui sont plus allongées que les précédentes et qui sont presque assimilables aux flèches de Saint-Martin-d'Excideuil (Pl. XVIII, fig. 21, et de Laugerie-Haute, fig. 22). Telles sont la flèche de provenance danoise (Pl. XVIII, fig. 23) et celle de la grotte

de Durfort (Pl. XVIII, fig. 24). Elles ont généralement le pédoncule mince. On peut rapprocher de ces formes allongées la grande pointe de trait italienne dessinée dans les *Matériaux pour l'histoire de l'homme,* 6e année, pl. 19, fig. 3 (Pl. XVIII, fig. 25). A côté d'une flèche trouvée dans le dolmen de Viala (Pl. XVIII, fig. 27), j'ai fait représenter trois flèches à pédoncule que de Ferry *(Ancienneté de l'homme dans le Mâconnais),* a décrites comme provenant des couches à ossements de renne de Solutré (Pl. XVIII, fig. 12, 13 et 14); elles sont aussi des intermédiaires entre les flèches ovales pédonculées et les flèches à ailerons. Mais quoique recueillies à Solutré, elles ne sont probablement pas paléolithiques. Après la fin des temps quaternaires, cette station a été occupée par les hommes de la pierre polie, puis par ceux du bronze. Les glissements du sol sur la couche argileuse sous-jacente ont, en plus d'un endroit, mêlé les vestiges des âges successifs. Aussi de Ferry, dans *le Mâconnais préhistorique,* a déclassé ces armes et les a placées parmi les flèches néolithiques, dont elles présentent réellement les caractères par leur forme courte et par leur petite taille. La flèche de la station néolithique de Réal (Pl. XVIII, fig. 25), relie la flèche néo-solutréenne de la fig. 12 aux types à ailerons.

Parfois les hommes néolithiques entaillaient la base du pédoncule pour fixer le silex plus solidement au manche. Telles sont la flèche de Saint-Mamet (Pl. XVIII, fig. 4), celles que M. Arcelin a recueillies dans les berges de la Saône (Pl. XVIII, fig. 6 et 7) et celle que ce même savant a trouvée à Solutré (Pl. XVIII, fig. 5). Si l'on examine la gradation que présentent les figures 4, 6, 7 et 5 de la pl. XVIII, on reconnaîtra que les entailles du pédoncule ont conduit l'ouvrier à la forme à ailerons insensiblement et sans qu'il paraisse avoir eu pour but de rendre l'arme plus meurtrière; car la flèche représentée par la figure 5 a incontestablement des ailerons, mais des ailerons arrondis, qui ne devaient pas s'opposer beaucoup à son extraction de la plaie. Je ne pense pas que les peuplades de l'âge du renne aient jamais entaillé le pédoncule de leurs flèches en silex. Mais ils ont fini par connaître l'art d'entailler la base de leurs pointes de javeline pour faciliter leur ajustement à la hampe (voyez Pl. XVII, fig. 7) (1).

Quelques auteurs ont prétendu que la flèche bibarbelée en silex date des temps solutréens. M. de Vibraye dit en avoir trouvé une dentelée à courts ailerons dans les amas paléolithiques de Laugerie-Haute, et l'abbé Ducrost soutient qu'il en a recueilli une dans les couches anciennes de Solutré. A ce sujet, M. de Mortillet a fait observer que des débris néolithiques recouvrent, en ces deux stations, la couche solu-

(1) J'ai vu dans la collection de M. d'Acy une flèche moustiérienne dont la base est entaillée latéralement. Elle provient du Pecq.

tréenne, et il pense que ces savants ont fait confusion. M. Cartailhac, moins exclusif, accorde à l'abbé Ducrost que sa flèche barbelée est de l'âge du renne. Cela n'est pas impossible; mais si l'on arrive à démontrer que l'invention de cette arme meurtrière date des derniers temps de cet âge, il n'en restera pas moins certain que son usage ne s'est généralisé qu'aux temps néolithiques. Si donc on la trouve réellement dans les stations paléolithiques, il faut considérer sa présence comme une exception, et nonobstant regarder cette arme comme généralement caractéristique de l'âge de la pierre polie. Au surplus, qu'elle gise ou qu'elle ne gise pas dans les amas solutréens, il n'en est pas moins indubitable que les hommes de l'âge du renne ont créé les intermédiaires qui la séparent des types quaternaires. Ce sont eux qui, par la transformation de ces types ont préparé l'avénement de cette forme nouvelle; et si elle ne fut pas complétement leur œuvre, elle fut le résultat définitif d'un progrès lent mais continu dont ils ont été les premiers auteurs.

2° Le second type qui n'entre pas dans la classification de Ferry est celui des flèches à base tronquée. Il en a cependant fait dessiner deux dans le *Mâconnais préhistorique,* pl. 23, fig. 12 et 13. Mais peut-être a-t-il pensé que la troncature était accidentelle. Malgré l'irrégularité de la cassure, je pense que cette troncature a été voulue. Il y a des javelines et des lances du même type. J'ai fait reproduire pl. XIX, fig. 2, une de ces pointes de flèche, qui toutes deux proviennent des couches archéolithiques de Solutré. Assez rares pendant l'âge solutréen, les flèches à base tronquée sont devenues plus communes aux temps néolithiques. Leurs diverses variétés ont fini par aboutir à la flèche à ailerons sans pédoncule. A la figure 2 de la planche XIX, comparez la flèche néolithique, à base à peine tronquée recueillie dans la caverne de Saint-Mamet (Pl. XVI, fig. 5), celle qui provient de Saint-Saturnin et dont le talon est droit (Pl. XVIII, fig. 1), la flèche à base concave des bords de la Saône (Pl. XVIII, fig. 2), et celle de Saint-Saturnin, dépourvue de pédoncule et armée d'ailerons rudimentaires (Pl. XVIII, fig. 3).

3° Il y avait encore dans l'armement solutréen un septième type de flèche : la flèche monobarbelée. Primitivement elle ne présentait latéralement qu'un angle assez obtus; telle est celle que de Ferry a dessinée dans le *Mâconnais préhistorique* (Pl. XXIII, fig. 2). Mais bientôt les ouvriers apprirent à façonner, au lieu d'un angle obtus, capable déjà de déchirer la plaie, une véritable barbelure qui rendait difficile l'extraction du silex retenu dans les chairs. J'ai fait représenter une flèche monobarbelée de Saint-Martin-d'Excideuil (Pl. XIX, fig. 17). MM. Lartet et Christy en ont fait figurer sept, provenant de Laugerie-

Haute, dans les *Reliquiæ Aquitanicæ* (A, Pl. VI, fig. 1, 4-7, 9 et 11). Ces armes, assez communes à Badegol, à la Balutie, à Laugerie-Haute et dans presque toutes les stations solutréennes du centre de la France, ne paraissent pas dater des premiers temps de l'âge du renne. Elles sont dues probablement au désir d'imiter avec le silex le harpon magdalénien. Sans doute, leur petite barbelure est fort éloignée de celle des harpons en bois de renne ; les ouvriers de la pierre polie seuls ont su réaliser avec le silex des ailerons non moins fins et non moins longs que ceux des armes magdaléniennes ; mais leurs prédécesseurs solutréens ont été leurs initiateurs ; ce sont eux qui ont inventé la première flèche en silex à aileron rudimentaire : la flèche monobarbelée. Les hommes de la pierre polie ont dédaigné de s'en servir sous sa forme paléolithique. Cependant c'est d'elle que semblent être dérivées les flèches néolithiques sans pédoncule, à ailerons inégaux, armes assez rares, mais qu'on ne peut omettre dans la nomenclature des flèches de cet âge. Le musée de Toulouse en possède un très-beau spécimen provenant des Abruzzes (Italie). On peut, sans trop de violence, le comparer à la fig. 2, pl. XXIII du *Mâconnais préhistorique*. La fig. 21, pl. XXXIV, de ce même ouvrage représente une flèche néolithique du même type, dont l'inégalité des ailerons est peu considérable.

Je n'ai pas parlé jusqu'à présent des flèches néolithiques dentelées. La raison en est qu'elles n'ont pas une forme particulière. La denture consiste en petites saillies régulières sur les côtés de la pointe du silex. Elle était destinée à déchirer les chairs de manière à rendre la blessure plus meurtrière. Elle orne indifféremment la flèche à pédoncule et à courts ailerons, la flèche quadrilatérale formée de deux triangles unis base à base, et même la flèche triangulaire. On la regarde généralement comme caractéristique de l'âge néolithique et des premiers temps de l'âge du bronze.

En résumé, des sept types de flèches qu'ont connus les peuplades solutréennes, six ont passé sans modification sérieuse dans l'armement néolithique. L'homme de la pierre polie a, en outre, fait usage de trois variétés de flèches barbelées inconnues pendant l'âge du renne. Mais ces formes nouvelles dérivent des formes solutréennes ; entre elles et les types anciens il y a des variétés intermédiaires qui indiquent un progrès lent et continu, accompli en grande partie par l'homme paléolithique. Loin de trouver dans l'étude de ces silex un argument favorable à l'hypothèse d'une lacune, on y rencontre, au contraire, le résultat d'efforts tendant vers un même but, accumulés par les générations qui se sont succédé, et la preuve de la continuité de la tradition humaine.

Javelines. Les javelines solutréennes appartiennent à six types principaux : 1° Les unes sont ovales et terminées en pointe aux deux extrémités ; telle est la pointe de trait de Solutré représentée par la fig. 6 de la planche XVII. C'est le type le plus commun. 2° Les autres, ovales, terminées en pointe à l'une des extrémités de leur grand axe, ont un côté plat formé par l'enlèvement d'un seul éclat de silex, et l'autre taillé à petites facettes. C'est un type mixte, qui tient à la fois de ceux du Moustier et de ceux de Solutré. Une javeline de cette forme, provenant de Laugerie-Haute, a été dessinée dans les *Reliquiæ Aquitanicæ,* A, pl. XXI, fig. 5 ; de Ferry en a dessiné deux qu'il a recueillies à Solutré (*Mâconnais préhistorique,* pl. XXIV, fig. 6 et 7). 3° Une troisième variété a l'extrémité antérieure terminée en pointe et la base tronquée. A cette forme appartient une javeline de Solutré (Pl. XVII, fig. 10), et une de Laugerie-Haute (Pl. XVII, fig. 7). Celle-ci, qui a été recueillie par Lartet et Christy, a des entailles à la base, faites pour en faciliter l'adaptation à la hampe. C'est la seule arme solutréenne que je connaisse, dont le talon soit ainsi entaillé. 4° Certaines têtes de trait sont pointues antérieurement et terminées en pédoncule postérieurement ; telle est celle que Lartet et Christy ont trouvée à Laugerie-Haute (Pl. XVI, fig. 10). 5° La même station a fourni à M. Massénat une tête de javeline que je n'ai pas dessinée, mais qui est semblable à celles du Danemark dont M. Lubbock a donné une bonne figure (*L'Homme avant l'histoire,* p. 77, fig. 8). 6° Enfin, on a recueilli à Saint-Martin-d'Excideuil et à la Balutie une sixième sorte de javeline. Elle a la forme d'un couteau, est munie d'un long pédoncule, et présente un aileron unique et rudimentaire. (Voyez *Matériaux,* 6° année, pl. XVIII, fig. 7).

Parmi ces six types, cinq ont leurs similaires dans les javelines de la pierre polie. 1° Aux pointes de javelot de Solutré (Pl. XVI, fig. 13, et pl. XVII, fig. 6) correspondent celles de la grotte néolithique de Durfort (Pl. XVI, fig. 12, et pl. XVII, fig. 5). 2° A côté des javelines ovales à une seule pointe de Solutré (*Mâconnais préhistorique,* pl. XXIV, fig. 6 et 7), et de Laugerie-Haute (*Reliquiæ Aquitanicæ,* A, pl. XXI, fig. 5), on peut placer une pointe des palafittes de l'Autriche. (*Matériaux,* 8° année, pl. XVII, fig. 3). 3° A la javeline à base tronquée de Solutré (Pl. XVII, fig. 10), et à celle de Laugerie-Haute (Pl. XVII, fig. 7), sont comparables celles qu'on a trouvées dans la grotte de Durfort (Pl. XVII, fig. 3 et 4). Celles-ci ont, comme la javeline de Laugerie-Haute, des entailles latérales à la base pour faciliter l'adaptation à la hampe. 4° On peut rapprocher du javelot à pédoncule de Laugerie-Haute (Pl. XVI, fig. 10) un javelot néolithique découvert dans le dolmen de Vinnac-Aveyron, dont le large pédoncule est entaillé pour faciliter l'emmanche-

ment (Pl. XVI, fig. 11). 5° On a rencontré dans les sépultures néolithiques du Danemark des pointes de trait (Pl. XIX, fig. 16) semblables à celle que M. Massénat a recueillie à Laugerie-Haute.

Les javelines monobarbelées de Saint-Martin d'Excideuil (*Matériaux,* 6e année, pl. XVIII, fig. 7) et de La Balutie n'ont pas d'équivalents parmi les armes néolithiques.

Ainsi cinq types de javelines solutréennes sur six passent dans l'armement néolithique. Un seul est délaissé par les hommes de la pierre polie. Parmi ceux que les néolithes ont utilisés, il en est trois qui datent des derniers temps de l'âge solutréen, la pointe à base tronquée et entaillée, la pointe à base pédonculée, et celle qui ressemble à la tête de javeline dont M. Lubbock a donné le dessin. Leur facies a quelque chose de si néolithique qu'on a tout d'abord peine à croire qu'ils datent de l'âge solutréen. Mais un examen attentif tend bientôt à faire disparaître l'hésitation ; les entailles du javelot de Laugerie-Haute (Pl. XVII, fig. 7), moins savantes que celles des pointes de la grotte de Durfort, ont un cachet plus ancien. D'ailleurs Lartet, Christy et M. Massénat, qui ont recueilli ces armes, n'ont pas hésité à les considérer comme paléolithiques. Il est probable que parmi les familles peu nombreuses qui vivaient sous l'abri du rocher de Laugerie-Haute, les unes, à la fin de l'âge du renne, ont adopté d'une manière assez imparfaite l'industrie magdalénienne, tandis que les autres ont continué à tailler finement le silex, comme l'avaient fait leurs pères. De là vient qu'en certains points, l'amas solutréen y est recouvert par quelques vestiges assez clairsemés au milieu desquels on trouve de rares harpons en bois de renne et des gravures plus rares encore, tandis qu'en d'autres points, il renferme à sa partie supérieure ces armes en silex qui ont déjà l'aspect néolithique, quoiqu'elles ne gisent pas dans la couche à débris de poterie qui jonche le dessus de cet amas en différents endroits.

L'étude des têtes de javelots en silex n'est certainement pas plus favorable que celle des têtes de flèche à l'hypothèse d'une lacune.

Lances. Les têtes de lance recueillies à Solutré appartiennent à quatre types principaux : 1° L'ovale terminé en pointe à son extrémité antérieure (*Mâconnais préhistorique,* pl. 21, fig. 4) ; 2° l'ovale terminé en pointe aux deux extrémités de son grand axe (Pl. XVI, fig. 9) ; 3° le quadrilatère formé par la réunion de deux triangles isocèles d'inégale hauteur réunis base à base (Pl. XVII, fig. 12) ; 4° l'ovale terminé en pointe antérieurement et tronqué postérieurement (Pl. XVII, fig. 9).

Le premier de ces types, remarquable par sa forme amygdaloïde et courte, rappelle les pointes quaternaires de Saint-Acheul. Déjà très-rare aux temps solutréens, il paraît avoir été complétement délaissé

aux temps néolithiques. Il serait abusif de lui assimiler une longue tête de lance trouvée dans un dolmen de la Lozère (Pl. XVI, fig. 6), quoiqu'elle se termine antérieurement par une pointe et qu'elle ait un talon rond. Mais celle-ci peut être rapprochée de la tête de lance de Solutré (Pl. XVI, fig. 7). Très-allongées toutes deux, ces armes avaient peut-être des bases de forme différente.

Les dolmens de l'Aveyron, de la Lozère, et la grotte néolithique de Durfort ont fourni de nombreuses têtes de lance qui se rapportent aux trois autres types de Solutré. Celle que M. Cartailhac a recueillie dans le dolmen de Grailhe, Gard (Pl. XVI, fig. 8) est comparable à celle que de Ferry a trouvée à Solutré (Pl. XVI, fig. 9). Toutes deux sont ovales et terminées en pointe aux deux extrémités. Ce type fut très-répandu pendant l'âge solutréen. L'ovale était alors plus ou moins allongé; il y en avait de fort larges. Les variétés allongées ont seules été employées par les populations néolithiques de la Gaule, mais les variétés larges n'ont pas été proscrites en Danemark pendant l'âge de la pierre polie. Il est assez singulier que ce soit dans cette presqu'île que les vestiges de l'industrie néolithique présentent le plus de ressemblance avec ceux de l'industrie de Laugerie-Haute et de Solutré.

La tête de lance qui provient du dolmen de Blachère (Pl. XVII, fig. 11) peut être rapprochée de la pointe de Solutré (Pl. XVII, fig. 12). Toutes deux ont des angles latéraux et sont formées par la réunion de deux triangles. La tête de lance solutréenne a une forme plus géométrique que celle des dolmens. Les pointes de pique à angles latéraux, rares pendant l'âge du renne, furent au contraire très-nombreuses pendant l'âge de la pierre polie.

Enfin la tête de lance qui a été découverte dans la grotte néolithique de Durfort (Pl. XVII, fig. 8), est assimilable à la tête de pique de Solutré (Pl. XVII, fig. 9). Toutes deux sont larges, ont la base tronquée et se terminent antérieurement par une pointe.

Ainsi des quatre types de tête de lance en usage aux temps solutréens, un seul, le type amygdaloïde a été abandonné longtemps avant l'ère de la pierre polie, les trois autres ont été transmis aux peuplades néolithiques qui ont continué à s'en servir. Généralement les lances de Solutré sont plus ovales et ont leurs pointes plus effilées que celle des dolmens. Les peuples néolithiques ont cru perfectionner cette arme en lui faisant une pointe plus large pour qu'elle soit moins cassante et en donnant plus de parallélisme à ses bords pour qu'elle pénètre plus facilement dans les chairs. Ils ont aussi amélioré la partie du silex qui doit recevoir la hampe, en y creusant parfois des entailles latérales.

En résumé, les hommes néolithiques ont recueilli, dans l'armement des peuplades solutréennes, leurs flèches, leurs javelines et leurs

lances. Ils les ont prises telles que les ont laissées les générations qui les ont précédés, et les ont employées sans les modifier sérieusement, leur imprimant seulement ce cachet particulier que chaque âge donne aux choses dont il se sert ; ils en ont transformé quelques-unes, créant ainsi des types nouveaux, mais toujours dérivés des anciens. Ils ont été les agents d'un progrès lent et continu qui a commencé dès l'âge solutréen, et dont ils n'ont été que les continuateurs. Enfin ils ont transmis à l'âge des métaux avec quelques formes nouvelles celles dont ils avaient eux-mêmes hérité.

TYPE DU MOUSTIER

Les armes néolithiques dérivées du type du Moustier ne sont pas moins nombreuses que celles dont le cachet est solutréen; mais, étant moins belles et d'une confection plus négligée, elles ont été moins souvent recueillies et plus rarement figurées. Ce que je vais en dire contiendra donc nécessairement de nombreuses lacunes, mais suffira pour indiquer d'une manière certaine une des origines de l'industrie néolithique.

Flèches. Parmi les flèches néolithiques, il en est de très-simples. Plates d'un côté, ayant plusieurs longues facettes de l'autre, elles sont terminées en pointe antérieurement et ont le talon plus ou moins arqué, parfois même tronqué. Telle est celle des foyers-sépultures de Louvaresse (Pl. XIX, fig. 3). Ce type est très-commun dans les couches magdaléniennes supérieures de la grotte de Gourdan (Pl. XIX, fig. 1). Je l'ai rencontré aussi à Lortet. De Ferry en a trouvé deux spécimens en cristal de roche à Solutré (voyez *Mâconnais préhistorique,* pl. XXIII, fig. 16 et 17). Cette forme fut donc en usage pendant toute la durée de l'âge du renne, son invention remonte aux temps moustiériens (voyez une flèche de la station d'Aiguebrun, pl. XIX, fig. 4); mais alors l'ouvrier retouchait ordinairement la pointe en enlevant de petits éclats sur les bords (voyez une autre flèche d'Aiguebrun, pl. XVII, fig. 14). Il a souvent fait de même aux temps néolithiques. Toutes ces flèches sont à peu près symétriques ; parfois cependant elles sont très-irrégulières. Leur fabrication ne présentait aucune difficulté (1).

Javelines. Les javelines néolithiques de forme moustiérienne appartiennent à quatre types différents :

1° Les plus remarquables sont allongées, semi-ovalaires, terminées en pointe antérieurement, et largement tronquées à la base; un de

(1) Les premières flèches paraissent dater de l'âge moustiérien. On trouve à Saint-Acheul quelques éclats qui pourraient à la rigueur avoir servi de flèche. Ils sont en trop petite quantité et trop peu soignés pour faire penser que l'arc ait été connu des populations quaternaires primitives.

leurs côtés est formé par l'enlèvement d'un seul grand éclat, l'autre est taillé à longues facettes. On en a signalé plusieurs dans les dolmens et M. Arcelin en a recueilli une sur les bords de la Saône, près du port d'Arciat, dans une station de la pierre polie (Pl. XIX, fig. 4). Elle est identique à la pointe de trait qui caractérise l'âge du Moustier (Pl. XIX, fig. 7). Cette arme n'a été transmise aux néolithes ni par les solutréens ni par les magdaléniens, car ils ne s'en servaient pas; ils ont donc dû la recueillir dans l'héritage de quelque tribu attardée qui avait conservé en partie l'armement de l'âge moustiérien.

Ce type de tête de javeline néolithique est le seul qui soit entièrement semblable aux pointes du Moustier. Les trois autres dont je vais parler en dérivent, mais présentent avec leur prototype quelques différences qui sont le cachet des temps nouveaux.

2° Certaines têtes de javelot sont ovales, terminées en pointe antérieurement, légèrement tronquées au talon, plates et lisses d'un côté, retaillées sur tout le pourtour de l'autre. Telle est celle que la station néolithique du port d'Arciat a fourni à M. Lacroix (Pl. XIX, fig. 5). Cette forme est si franchement moustiérienne que je ne serais nullement surpris qu'on la rencontrât un jour dans quelque station paléolitique. On peut la rapprocher de la pointe de trait figurée dans les *Reliquiæ aquitanicæ,* A, pl. XI, fig. 3.

3° Deux javelines néolithiques des bords de la Saône, la première de la collection Lacroix, la seconde de la collection Arcelin, ont un côté plat et l'autre taillé à longues facettes, avec une côte médiane, terminée en pointe antérieurement ; leur talon est arrondi (*Mâconnais préhistorique,* pl. 35, fig. 3 et 5). Dérivées des pointes de trait typiques du Moustier, elles sont plus étroites et ont leurs bords plus parallèles. En ménageant sur une de leurs faces une arête médiane, l'ouvrier leur a donné plus de solidité sans les rendre moins pénétrantes. On peut leur comparer une tête de javelot du Moustier représentée dans les *Reliquiæ aquitanicæ,* A, pl. 11, fig. 2, et une autre pointe provenant de Charbonnières représentée dans le *Mâconnais préhistorique,* pl. 10, fig. 4.

4° A Villeneuve-Saint-Georges, sur les bords de la Seine, on a trouvé une javeline néolithique plate d'un côté, à longues facettes de l'autre, terminée antérieurement en une pointe retaillée sur les bords et rétrécie postérieurement pour faciliter l'entrée du talon dans la hampe (Pl. XVII, fig. 13). Si l'on compare cette arme à la flèche moustiérienne d'Aiguebrun (Pl. XVII, fig. 14), on leur reconnaît une grande analogie de forme. Elles ne diffèrent guère que par le rétrécissement de la base de la javeline trouvée à Villeneuve. Celle-ci est donc un type dérivé des pointes de trait de l'âge moustiérien. A ce type il faut rap-

porter la javeline du cimetière néolithique de Chassemy (Pl. XIX, fig. 6).

Lances. Les pointes de silex amygdaloïdes, déjà en usage aux temps acheuléens, gisent en assez grand abondance dans la station du Moustier. Elles armaient probablement alors les extrémités des piques. Les âges suivants les délaissèrent, et elles ne furent pas transmises aux peuples néolithiques. Ils connurent cependant une tête de lance dérivée indirectement des types du Moustier, mais assez dissemblable à celle de cette caverne. Remarquable par son asymétrie, elle a un côté plat et l'autre taillé à longues facettes, orné de retouches sur les bords de la pointe (Pl. XIX, fig. 18). Je l'ai recueillie dans la partie néolithique du cimetière de Chassemy. Elle a la même forme qu'une tête de flèche que j'ai trouvée dans les assises magdaléniennes supérieures de la grotte de Gourdan (Pl. XIX, fig. 19) ; mais elle est plus épaisse.

Il me reste à mentionner une dernière forme de tête de lance néolitique dérivée à la fois du type du Moustier et de celui de Solutré. Ovale, allongée, tronquée au talon, ayant la base entaillée pour faciliter l'adaptation à la hampe, elle a un de ses côtés plat, formé par l'enlèvement d'un éclat unique, et l'autre taillé à petites facettes multiples (Pl. XIX, fig. 20). On l'a recueillie dans le dolmen de la Borderie (Charente).

Résumé. En résumé, les néolithes ont reçu des Solutréens six types de tête de flèche, cinq de javeline et trois de lance. Ils ont recueilli des Moustiériens une tête de flèche et une tête de javeline. Ils ont pris aux Magdaléniens une tête de pique. Ils ont donc fait usage de dix-sept sortes de pointe de lance ou de pointe de trait empruntées à l'armement des peuples paléolithiques. En outre, ils ont créé sept formes nouvelles, trois flèches barbelées qui sont dérivées des types solutréens, trois javelines issues toutes trois des types moustiériens, et enfin un type mixte de lance qui tient à la fois du type de Solutré et de celui du Moustier. Ainsi plus des deux tiers de ces armes sont identiques à celles des âges précédents ; les autres sont nées de perfectionnements successifs dont on retrouve les divers essais, indices irréfragables de leur origine. Si l'on avait à juger l'état de civilisation des peuples néolithiques sur ces seules sortes d'armes, il faudrait conclure que le progrès des temps a seul fait éclore l'industrie néolithique de celle des âges précédents ; il faudrait non-seulement repousser l'hypothèse de l'Europe transformée, à la fin des temps paléolithiques, en un désert dans lequel aucune voix humaine ne se serait fait entendre, mais même la supposition d'une invasion de peuplades étrangères venant substituer une industrie à une autre, comme les Européens l'ont fait en Amérique après la découverte du Nouveau Monde. Ce serait aller trop loin, et

nous allons voir, en continuant cet examen, des différences profondes s'accentuer entre l'état des hommes néolithiques et celui des peuples qui les ont précédés sur la terre de France.

POIGNARDS

Il n'est pas certain que les Solutréens aient connu le poignard; cependant en ces temps reculés où le même silex taillé était souvent employé à des fins différentes, il ne serait pas étonnant que les longues têtes de lance ovalaires aient été parfois ajustées dans des manches courts qui les transformaient en poignards. La pointe de Solutré, dessinée pl. XVI, fig. 7, était certainement très-propre à cette destination. Les Magdaléniens inventèrent le poignard en bois de renne, auquel ils donnèrent quelquefois de grandes dimensions; et sous l'abri de Laugerie, M. Massénat a recueilli deux grandes lames en silex, presque semblables à celles des coutelas en fer des tombes gauloises et à celles de nos grands couteaux. Mais jusqu'à présent on n'a signalé dans aucune station paléolithique des poignards en silex comparables à ceux du Danemark et à celui que M. Lartet a trouvé à Sordes. Sans doute des découvertes subséquentes pourront combler cette lacune, car le poignard en silex fut rare, même pendant l'âge néolithique; il était cependant nécessaire de la signaler. Cette arme date de l'âge acheuléen. J'en ai vu de magnifiques, provenant de Saint-Acheul, dans la collection de M. d'Acy. C'est probablement de ces poignards que sont dérivés ceux des néolithes. Mais les formes intermédiaires nous sont inconnues.

HACHES

Pour compléter la nomenclature des armes néolithiques, il conviendrait de parler ici de la hache polie, arme que ne connurent pas les peuplades paléolithiques. C'était un outil plus encore qu'une arme, et l'on ne doit pas douter qu'elle n'ait servi à deux fins, ni qu'elle ait été à la fois le point de départ de la hache, de la francisque et de la hallebarde. Très-différente des grandes pointes quaternaires, elle n'a jamais été employée pour percer. Pour s'en servir, il fallait élever le bras et frapper; on l'employait comme on emploie le sabre, non comme on manœuvre l'épée. J'en parlerai avec plus de détail en m'occupant des outils.

OUTILS

Les outils diffèrent des ustensiles en ce qu'ils servent à fabriquer, à transformer, tandis que les ustensiles ne sont utilisés que pour transporter ou pour contenir. Les outils néolithiques furent en silex ou en os. Les outils en silex furent les couteaux, les poinçons, les grattoirs,

les racloirs, les scies, les ciseaux, les haches. L'art de travailler les peaux, le bois, la corne et l'os eut pour expression les grattoirs, les racloirs, les couteaux, les poinçons et les scies.

Je dirai peu de chose des couteaux et des poinçons. Ils sont en grande quantité dans toutes les stations de l'âge de la pierre, et personne ne conteste que leurs types se soient perpétués à travers les âges paléolithiques jusqu'à l'âge néolithique et à celui des métaux. « Un couteau » est toujours un couteau, a dit M. Cartailhac; un poinçon est toujours » un poinçon. » Assurément, ces outils ont reçu des perfectionnements depuis leur invention. Chaque âge les a marqués de son cachet en créant certaines formes particulières; mais la filiation des formes nouvelles est si facile à établir, que personne ne la nie. Il est superflu d'insister sur ce point.

Les grattoirs néolithiques sont aussi des imitations des grattoirs quaternaires. Les procédés pour la préparation des peaux furent les mêmes pendant l'âge de la pierre tout entier, et les Esquimaux les ont conservés jusqu'à nos jours. Il n'est personne qui n'en convienne. Je ne parlerai donc pas des perfectionnements successifs du grattoir en silex. Cependant je ferais connaître la vérité d'une manière très-incomplète, si, dans une discussion où il s'agit de montrer les liens qui unissent l'industrie d'un âge à celle d'un autre, je ne faisais remarquer que certaines formes très-spéciales de longs grattoirs doubles, que j'ai rencontrés dans les assises magdaléniennes de la grotte de Gourdan, ont passé sans modification dans l'outillage néolithique, puisqu'elles ont été retrouvées dans le dolmen de Grailhe, Gard. (Voyez *Matériaux pour l'histoire primitive de l'homme,* 1869, 5e année, IIe série, p. 538, fig. 59.)

Les racloirs, assez rares à l'âge de la pierre polie, sont pareillement une imitation de ceux du Moustier. (Voyez dans les *Matériaux,* IIe série, 5e année, pl. XV, de nombreux racloirs provenant de la grotte néolithique de Durfort, et pl. XXIV, fig. 2, *ibid.,* un racloir ovale provenant du camp de Chassey.

Les scies en silex ou, du moins, les tranchants à dents, ont été inventés à l'époque solutréenne. M. de Rochebrune en a de cet âge dans sa collection. Les populations qui en ont le plus fait usage aux temps magdaléniens furent celles de Bruniquel. Elles ébréchèrent régulièrement tous les silex destinés à tailler et à couper, de manière à multiplier l'effet du bord tranchant sans augmenter sa longueur. Ces instruments n'étaient alors en réalité que des couteaux perfectionnés. Ils suffisaient pour entamer la partie extérieure du bois de renne, toujours beaucoup plus dure que la partie intérieure, qui est spongieuse; ils ne pouvaient scier qu'à une petite profondeur. L'instrument, étant

plus épais que sa tranche dentelée, ne pénétrait pas tout entier dans la coupure qu'il faisait. Il fallait ensuite éclater le bois de renne. Nos scies de fer ont la lame très-mince ; leurs dents sont dirigées alternativement à droite et à gauche. Il en résulte que les sillons qu'elles creusent sont plus larges que la lame n'est épaisse, et qu'elle peut s'y engager. La scie véritable, à dents alternativement inclinées à droite et à gauche, est une invention des temps néolithiques; mais le couteau à crans de Bruniquel a été évidemment un acheminement vers cette invention.

Parmi les outils quaternaires, il en est un, le ciseau, que j'ai recueilli en petite quantité dans les assises magdaléniennes de Gourdan et de Lortet (Pl. XIX, fig. 9,13 et 15). Un de ses côtés est formé par l'enlèvement d'un seul grand éclat, l'autre a plusieurs grandes facettes; il est semblable au ciseau néolithique auquel plusieurs auteurs ont donné le nom de Flèche à tranchant transversal (Voyez ceux qui ont été recueillis dans les grottes sépulcrales de la Marne, pl. XIX, fig. 10, 11 et 14). Arme et outil, il servait probablement à plusieurs usages et pouvait devenir un instrument de mort lente pour les suppliciés. M. de Baye en a trouvé un engagé dans une vertèbre humaine. Dans le département de Seine-et-Marne, on en a recueilli de très-gros (Pl. XIX, fig. 12 et 21). Il semble que ces énormes ciseaux soient un acheminement vers la hache polie. (Voyez une hache des premiers temps néolithiques provenant des bords de la Saône, pl. XIX, fig. 22.) Mais le ciseau présente une particularité constante qui l'éloigne de la hache : c'est qu'il a toujours un côté formé par l'enlèvement d'un seul grand éclat.

La véritable hache n'est apparue en Gaule qu'à l'époque néolithique. Sa partie tranchante est plus large que son talon. On l'ajustait dans un andouiller de cerf que traversait un manche de bois. C'était un outil d'un emploi relativement commode pour couper les branches d'arbres. Avec son aide l'homme se construisit des huttes de bois et d'argile dans les champs, et des pilotis sur les lacs ; il cessa d'habiter exclusivement les cavernes, et la terre se couvrit de villages. Les vestiges paléolithiques trouvés en Gaule sont insuffisants, il faut l'avouer, pour en indiquer l'origine ; et je pense que, dans l'état actuel de la science, on doit la considérer comme inventée dans d'autres régions, pendant l'âge magdalénien, et transportée en Gaule à l'époque néolithique par importation pacifique ou par invasion. Dès l'âge magdalénien, les peuplades de Gourdan savaient polir le bois de renne et s'essayaient à polir la pierre. Ils n'ont jamais songé à polir une arme en silex (1).

(1) Depuis que j'ai écrit ces lignes, j'ai remarqué, dans la collection de M. d'Acy, des silex de Saint-Acheul appartenant à des types qui n'ont pas encore été figurés et dans lesquels j'ai cru reconnaître les outils dont est dérivée la hache polie. Je citerai notamment des formes qui con-

Dans l'outillage néolithique on trouve encore un instrument en pierre inconnu aux âges précédents, et dont rien, pendant l'âge magdalénien, ne semble avoir présagé l'apparition dans notre pays : c'est la meule. Indice d'une culture naissante, elle est la manifestation d'un changement considérable dans la manière de vivre. L'homme est devenu sédentaire. Les meules primitives se composent d'un simple morceau de grès ovalaire, aplati, rendu légèrement concave par le frottement, et d'un autre morceau de grès plus petit, destiné à être tenu à la main. On mettait le grain sur le grès inférieur, et on l'écrasait au moyen du grès supérieur, auquel on imprimait un mouvement de va-et-vient plutôt qu'un mouvement de rotation. Ces instruments, dont sont dérivées les meules de nos moulins, étaient des concasseurs plutôt que des meules véritables. C'est tout ce qu'on peut imaginer de plus simple. Cette simplicité même semble indiquer qu'ils furent importés dans le pays de Gaule dès les premiers temps de l'invention, et l'on peut en induire que la culture était encore bien rudimentaire quand elle vint changer la face de nos campagnes. Il faut cependant faire la part du temps qu'il lui fallut pour arriver, de régions sans doute fort lointaines, à travers des contrées dépourvues de chemins et habitées par des peuplades chasseresses auxquelles répugnait la vie sédentaire.

Plusieurs outils néolithiques furent en os. Parmi eux les poinçons et les lissoirs furent les plus communs. Ils ressemblent à ceux de l'âge solutréen plus qu'à ceux de l'âge magdalénien. Les aiguilles néolithiques sont loin d'avoir la perfection de celles de l'âge du renne. Elles sont identiques à celles de la période moustiérienne, si toutefois celle que M. Lartet a trouvée à Cro-Magnon n'est pas néolithique elle-même.

En résumé, l'outillage des temps néolithiques ne fut autre que celui des âges précédents. Les formes des instruments usuels ne furent pas modifiés d'une manière sérieuse; quelques-unes furent perfectionnées; c'est ainsi que du couteau à crans naquit la scie. Mais à côté de cet héritage que les néolithes reçurent des générations qui les avaient précédés, il y a aussi la meule et la hache polie dont aucun essai, aucun vestige précurseur n'a été laissé sur notre sol par les âges paléolithiques. Importés probablement par un peuple envahisseur, elles ont apparu soudainement et sont le sign d'une immense révolution dans la manière de vivre.

duisent à ce que M. Reboux a nommé la hache mézolithique, instrument qu'on devait emmancher par le milieu. Mais les intermédiaires entre ces formes et la hache polie nous manquent. Il reste donc à peu près certain que la hache polie a été inventée en d'autres contrées que la Gaule.

USTENSILES

Les ustensiles furent peu nombreux et presque tous en bois ou en peau pendant la période paléolithique. Cependant l'homme des temps magdaléniens en a possédé plusieurs en andouiller de renne, notamment la spatule et la cuiller. La cuiller ovale de Gourdan servit de modèle pour la fabrication des cuillers néolithiques en terre cuite, dont la profondeur fut parfois très-peu considérable. Sa forme spéciale, très-différente de celle des cuillers arrondies de l'Afrique et de l'Italie, peut la faire considérer comme un des ustensiles dont l'usage prolongé sans grande modification prouve le mieux la continuité de la tradition de l'homme dans le pays de Gaule. Mais si cet ustensile relie l'âge de la pierre polie aux âges précédents, l'invention de la poterie donne au contraire aux temps néolithiques un cachet nouveau des plus remarquables. D'innombrables vases aux formes et aux ornements les plus variés remplacèrent les outres de peau. Leurs débris jonchent encore notre sol et permettent de donner une date relative aux stations dans lesquelles on les trouve. Les vaisseaux en terre, fragiles et encombrants, ne conviennent guère aux nomades. La poterie, comme la meule et la hache de pierre, est donc un indice de la vie sédentaire.

VÊTEMENTS ET JOYAUX

On ignore si l'homme des temps magdaléniens se vêtissait. On trouve en grande abondance de fines aiguilles en bois de renne sous les abris où il a vécu ; mais les gravures le représentent nu, marchant à la poursuite du gibier. Il est probable qu'il se couvrait parfois de peaux, mais il paraît n'avoir pas connu les étoffes. L'homme néolithique se vêtissait et savait tisser ses habits. Il a même inventé le bouton pour unir ses vêtements. J'en ai trouvé un fort beau en os dans le dolmen enterré de l'Hopitat (Ardennes). Il ne se servait, comme je l'ai dit plus haut, que de grossières aiguilles très-impropres à la couture et n'avait pas su s'assimiler l'art magdalénien d'en fabriquer de fines, qu'il aurait pu tirer non plus du bois de renne, mais des os d'oiseaux. En revanche, la présence de fusaïoles en terre cuite dans les stations de la pierre polie prouve qu'il connaissait l'art de filer.

Les parures consistèrent, aux deux âges de la pierre, en des colliers, des bracelets et des ornements de tête. Le jayet, la stéatite, l'argile, l'ocre, l'os furent arrondis en perles ; les coquilles, les dents des animaux, les cailloux furent percés. Une gravure découverte à Laugerie-Basse montre une femme avec un collier et des bracelets de perles. Les coquilles furent aussi disposées en groupes sur les peaux et les vêtements

d'une façon ornementale. Les néolithes les découpèrent fréquemment en rondelles de nacre ; ils employèrent l'ambre, que l'habitant de la Gaule, aux temps quaternaires, semble n'avoir pas connu ; ils affectionnèrent surtout une forme de grain de collier qui, selon MM. Noulet et Cartailhac, représente un double *phallus*. Les Magdaléniens aussi firent des amulettes qui ne sont pas sans quelque ressemblance avec le *phallus*. Parmi leurs perles de collier, il y en eut de nombreuses en ocre poli et en argile sèche et dure qu'ils perçaient sans la ramollir, en pratiquant un trou aux deux extrémités opposées, comme s'ils eussent percé une pierre. Cette manière de trouer l'argile est mise en évidence lorsqu'on casse une de ces perles : on remarque alors que le trou est formé de deux cônes dont les sommets sont dirigés l'un vers l'autre. Il ne faut donc pas voir dans ces grains d'argile l'origine de la poterie ; mais il faut encore moins mettre en doute leur existence. On en a recueilli dans les assises magdaléniennes supérieures de Gourdan et de Bruniquel. On s'est étonné que de l'argile non cuite ait pu se conserver sous l'abri des grottes depuis une époque aussi éloignée que l'âge du renne. Mais ne se conserve-t-elle pas en nodule dans les terrains les plus anciens des périodes géologiques, sans qu'aucun abri la protége. Pour prouver sa facile destructibilité par l'eau, on a signalé les maisons de brique non cuite emportées à Toulouse par les torrents de la dernière inondation ; mais peut-on comparer l'argile fine, homogène et dure des grains de collier, à l'argile sableuse et mal agrégée des briques non cuites ; peut-on comparer le choc violent d'un fleuve débordé contre des maisons qui lui font obstacle, à l'humidité produite par les eaux pluviales dans une caverne où jamais, depuis la fonte des glaciers quaternaires, un torrent n'a pénétré, car le moindre cours d'eau en eût balayé les couches pulvérulentes ? Enfin on a parlé du piétinement des habitants qui auraient dû les écraser. Mais personne ne conteste que l'on ait recueilli de pareils grains dans des grottes néolithiques pendant longtemps habitées ; l'objection, si elle avait quelque valeur contre les grottes magdaléniennes, vaudrait également contre les cavernes de la pierre polie. Peut-être dira-t-on que les perles d'argile ont pu s'enfoncer dans les couches encore meubles et pénétrer de l'assise néolithique dans l'assise magdalénienne. Je pense qu'il faut être très-avare de pareilles suppositions quand il s'agit d'un fait qui n'a rien d'insolite. Les habitants de la Gaule, à l'époque quaternaire, ont fabriqué des perles pour leurs colliers ; cela est incontesté. Ils en ont fabriqué avec ce qu'ils avaient sous la main, avec l'argile sèche comme avec l'ocre et le jayet ; cela me semble très-naturel ; quand l'invasion néolithique eut étendu les relations commerciales, les habitants de la Gaule en firent avec l'ambre que le com-

merce leur apporta. Il n'y a, dans tout ceci, que la manifestation d'un progrès lentement réalisé et sans grande importance.

Les hommes de l'âge magdalénien se paraient encore de bois de renne sculptés ou gravés. Ce genre d'ornement se rapporte à l'art dont je vais parler dans le paragraphe suivant.

ARTS

Gravure et sculpture. Les peuples magdaléniens excellèrent dans la représentation par la gravure et la sculpture des animaux qui les entouraient. Ils inventèrent aussi une ornementation toute de fantaisie consistant dans l'assemblage de lignes droites, de lignes brisées, de courbes et de points. Celle-ci fut la seule que connurent les peuples néolithiques. Il y a certainement, dans l'abandon, aux temps de la pierre polie, de tout art destiné à représenter les formes animales, un des traits les plus caractéristiques de cet âge. Les peuples néolithiques furent-ils impuissants à recueillir l'héritage artistique de ceux qui avaient occupé le sol avant eux ? Je ne sais. Les Solutréens et les Moustiériens qui leur ont transmis leur industrie, paraissent n'avoir dessiné ni sculpté aucun animal. Pourtant les Solutréens avaient l'amour des belles formes, comme le prouve leur soin à tailler leurs armes aux contours réguliers. Il n'est pas impossible que les néolithes aient proscrit systématiquement, sous l'influence d'idées religieuses, et par horreur des idoles, les représentations des formes de la nature.

Musique. L'homme des temps magdaléniens connut la musique comme les arts de la gravure et de la sculpture. L'instrument le plus simple, celui qui dut être inventé le premier, est assurément la flûte composée ou flûte de Pan, que l'on voit encore aujourd'hui entre les mains des sauvages et des pâtres. Formé de tubes juxtaposés dont chacun donne une note, il peut, quand ils sont nombreux, rendre des nuances très-délicates ; mais il est assez difficile à manier. Ses tubes sont ordinairement en roseau. Aussi ne pouvait-on guère espérer en retrouver les vestiges dans les stations paléolithiques. Heureusement l'homme de l'âge du renne aimait à faire des œuvres durables : au lieu de sculpter le bois et de le couvrir de gravures, il gravait sur pierre et taillait l'andouiller de renne, bien plus difficile à inciser que le bois. Cette propension à faire des choses qui restent devait donner l'espérance qu'on rencontrerait un jour ses instruments de musique s'il avait réellement connu l'art musical. C'est ce qui est arrivé. Au lieu de construire une flûte composée en roseau, il l'a faite en os d'oiseau, et comme ces os sont coupants quand on les brise, il a émoussé et poli les bords des tubes pour qu'ils ne déchirassent ni les lèvres, ni le doigt qui devait boucher le trou inférieur. On trouve ordinairement

ces tubes placés les uns près des autres : dans la caverne de Rochebertier, une seule poignée de terre en contenait cinq. Il est évident qu'ils étaient juxtaposés et avaient fait partie du même instrument. Ces tubes ont parfois un trou latéral; ils peuvent alors produire deux notes au lieu d'une, et semblent être un acheminement vers la flûte à deux trous dont se servent encore les sauvages modernes. Mais il n'est pas certain que le trou latéral ait servi à multiplier les sons. Peut-être a-t-il été percé pour faciliter l'attache des lanières destinées à relier les tubes les uns aux autres. Ses bords ont été polis pour qu'ils ne coupent pas la lanière,

L'homme néolithique a connu aussi la musique : il a fait usage de la flûte à deux trous, instrument très-imparfait, qui ne rend que trois sons, et sur lequel on ne peut jouer que des airs monotones. Peut-être s'est-il servi aussi de la flûte composée; mais s'il a connu cet instrument, il ne l'a fabriqué qu'en roseau ou en bois, car on n'en trouve aucun vestige dans les stations néolithiques. Il serait téméraire de conclure de cette absence de débris que l'homme néolithique ait été inférieur à l'homme paléolithique sous le rapport musical. On n'a pas coutume de construire les instruments de musique en os; le bois et le roseau sont les matières dont ils durent être faits le plus souvent aux temps primitifs.

Il a semblé étrange à l'un de nos savants les plus sympathiques que l'homme ait connu la musique dès l'âge de la pierre. Cela n'a pourtant rien que de très-naturel. L'homme est musicien par instinct et il a dû chercher à exprimer ses sentiments par la musique dès qu'il a eu des loisirs. Les Égyptiens ont fait des instruments moins bruyants que les nôtres, mais capables de rendre, par les demi-tons, toutes les nuances du sentiment. Ne serait-il pas bien surprenant que l'homme des premiers temps historiques se soit élevé de prime-saut à un art musical très-raffiné sans que l'homme des âges antérieurs lui ait en rien préparé la voie ?

RELIGION

Ce mot, appliqué aux peuples préhistoriques, fera sourire quelques personnes. Cependant la nature humaine n'a pas changé notablement depuis les temps quaternaires. L'homme a toujours été un être superstitieux. J'ai recueilli, dans la caverne magdalénienne de Gourdan, des amulettes et diverses sculptures bizarres : l'une d'elles, en bois de renne, représente une tête humaine avec des naseaux d'animal, un menton simien, des cheveux noués, pendant en queue par derrière et un cou mince, démesurément long, sur lequel est une excroissance latérale. Un trou, percé à son extrémité, indique que cette sculpture était

portée suspendue au col par son propriétaire. C'était évidemment un fétiche, et la singularité des formes a été voulue par l'artiste. L'homme n'a dû s'élever à la hauteur des idées vraiment religieuses, que lorsqu'il a eu assez de loisir pour se livrer à la méditation. Il n'a commencé à jouir de ce loisir qu'aux temps solutréens. Pendant les âges antérieurs, entouré de fauves auxquels il avait à disputer sa vie, employant tout son temps à la recherche de sa nourriture, il n'a dû connaître que de sombres superstitions. Mais pendant l'âge magdalénien, il s'est élevé à la conception du Dieu solaire. J'en ai trouvé à Gourdan des représentations : elles consistent en un cercle rayonnant ayant un point central. Ces gravures donnent immédiatement l'idée d'un soleil ; mais l'artiste aurait pu avoir l'intention de figurer simplement l'astre, sans avoir la prétention de graver une divinité. Le point central ne permet pas d'accepter cette interprétation. Les Égyptiens, dans leur symbolisme hiéroglyphique, représentent par un cercle au milieu duquel est un point Ammon-ra, considéré comme dieu solaire. Ce signe n'est autre chose que le dieu solaire de Gourdan dépouillé de ses rayons. Il ne peut donc y avoir de doute; dès l'âge magdalénien, l'homme eut des croyances religieuses, et la figure du dieu devant lequel il s'inclina, passa comme un legs aux âges suivants, qui l'adoptèrent en la simplifiant. On retrouve le cercle pointé sur les vases néolithiques, sur les torques et sur les bracelets gaulois; et les traditions les plus anciennes nous parlent de peuples sauvages ou déjà civilisés, adorant dès les temps primitifs de l'humanité, cet astre bienfaisant, source de la lumière et de la chaleur, dont la puissante action évoque la vie et entretient la végétation sur la terre. Si le cercle sans rayon avec un point central a symbolisé chez les Egyptiens le dieu solaire, à plus forte raison les cercles pointés et rayonnants de Gourdan devaient-ils le représenter.

Au seuil de l'histoire, nous voyons, dans l'Egypte et dans l'Asie, des castes sacerdotales fortement organisées. Ces institutions et les croyances auxquelles elles furent attachées n'ont pas été l'œuvre d'un jour. Dans l'ordre moral, les siècles n'apportent rien qui n'ait été en germe pendant les siècles précédents, et il n'est pas rationnel de croire que les cultes et l'organisation sacerdotale soient nés soudainement et aient apparu dans toute leur puissance au début des temps historiques, sans que l'homme préhistorique en ait eu la moindre notion.

La civilisation néolithique me parait avoir été l'expression d'un temps où les idées religieuses prirent un grand développement. Il semble que la représentation des plantes et des êtres animés ait alors été interdite, et que les législateurs n'aient rien craint autant que l'art

qui peut servir à fabriquer des idoles. Si, par hasard, on trouve quelque part les vestiges d'une sculpture néolithique, il faut regarder cette exception comme le résultat d'un penchant invincible et mal contenu qui poussait dès lors l'humanité vers les arts plastiques, ainsi que plus tard il portait les juifs, malgré la volonté de Moïse, à s'incliner devant le veau d'or. Les tombeaux eux-mêmes étaient en pierre brute, et en voyant ces blocs et ces dalles énormes, assemblés pour abriter la dépouille des morts, on ne peut s'empêcher de songer à ces prescriptions : « — Si tu m'élèves des autels de pierre, que ce ne soit point » avec des pierres taillées. » (*Exode*). « — Tu élèveras un autel au » Seigneur avec des rochers informes et non polis. » — (*Deutéronome*). Assurément, ces prescriptions ont été écrites à une époque plus récente que celle de la pierre polie, mais peut-être ne furent-elles qu'un écho éloigné des idées qui eurent cours pendant l'âge néolithique. L'habitude d'enterrer les morts remonte au moins aux temps solutréens.

Le culte des morts révélé par les dolmens, la proscription des idoles allant jusqu'à la prohibition de l'art qui avait fleuri pendant l'âge précédent, les pratiques superstitieuses qui consistaient à enlever des rondelles sur les crânes des hommes ayant vécu saintement pour en faire des amulettes, les doubles *phallus* qui, selon MM. Noulet et Cartailhac, forment souvent les éléments les plus nombreux des colliers, la représentation du dieu solaire par un cercle ayant un point central, tout concourt à faire envisager l'âge néolithique comme une phase pendant laquelle des idées religieuses, mêlées de superstitions, eurent une singulière puissance. Cette puissance, manifestée surtout par l'absence de tout art d'imitation, suppose des prohibitions rigoureusement observées, qui ne pouvaient émaner que d'un corps sacerdotal organisé. Elle donne certainement un cachet particulier à cette époque. Mais les croyances religieuses existaient déjà, je l'ai dit, pendant l'âge magdalénien. L'âge néolithique ne présenta rien de bien nouveau sous ce rapport ; il contraste cependant avec la période paléolithique, par la proscription des idoles et par l'organisation probable d'un sacerdoce.

RÉSUMÉ

La civilisation néolithique est fille des civilisations précédentes. Son outillage et son armement ont été empruntés à ceux des âges paléolithiques. Les formes moustiériennes n'y sont pas rares ; les formes solutréennes y sont plus communes que les autres. Quatre choses lui donnent son cachet : la hache polie, la poterie, la meule et les espèces actuelles d'animaux domestiques ; en d'autres termes, les villages bâtis

de main d'homme, les habitudes sédentaires, la culture naissante et la vie pastorale. Dans les arts, elle est caractérisée par l'absence presque complète de toute représentation des êtres vivants. Dans l'ordre des sentiments religieux, elle paraît avoir emprunté le culte du dieu solaire à l'âge magdalénien, et le soin d'inhumer les morts à l'âge solutréen. Il est probable qu'elle a eu un sacerdoce organisé.

On s'est demandé si la hache, la meule et la poterie n'ont pas été importées pacifiquement en Gaule, par l'effet des relations commerciales. Je ne le pense pas. Elles paraissent avoir apparu simultanément, en même temps que les espèces d'animaux domestiques dont nous pratiquons encore l'élevage. Cette simultanéité ne peut guère être que l'effet d'une invasion. Le doute cesse quand on se représente dans toute sa réalité la grande transformation sociale qui eut lieu alors. Elle fut si profonde que les troupeaux de rennes, déjà condamnés par un changement de climat, furent immédiatement remplacés par des troupeaux d'autres animaux ; les arts de la sculpture et de la gravure, si en honneur aux temps magdaléniens, furent abandonnés ; une partie des progrès réalisés par les hommes de l'âge du renne fut perdue : c'est ainsi que l'art de fabriquer les aiguilles fit un recul considérable. Une société peut assurément se transformer en peu de temps et joindre à son outillage des armes et des instruments inventés ailleurs. Mais, si elle ne subit pas de violence, elle conserve ceux dans la confection desquels elle a su acquérir la supériorité sur ses voisins ; et lorsqu'au changement d'habitudes et à l'introduction d'instruments nouveaux on voit se joindre l'abandon des arts dans lesquels elle a excellé, on peut être assure que la transformation a été le résultat de la force, que la nation a été subjuguée par une invasion étrangère et en quelque sorte absorbée dans la masse des nouveaux venus. Si l'industrie néolithique dérive des industries quaternaires, c'est moins parce que les envahisseurs ont trouvé en Gaule les formes solutréennes et moustiériennes que parce qu'ils les avaient déjà chez eux avant leur migration.

M. Gabriel DE MORTILLET

Sous-directeur du musée des antiquités nationales à Saint-Germain-en-Laye.

PRÉSENTATION DE LA CARTE PRÉHISTORIQUE DE LA LOIRE-INFÉRIEURE

— Séance du 26 août 1875. —

M. G. DE MORTILLET présente la carte préhistorique de la Loire-Inférieure, dressée au moyen des signes admis dans la légende interna-

tionale adoptée par le Congrès d'archéologie et d'anthropologie préhistoriques de Stockolm. Il montre combien la lecture de cette carte est simple et facile. Il fait surtout ressortir comme, avec peu de signes, on peut donner une foule d'indications diverses.

Le bilan préhistorique de la Loire-Inférieure se compose de :

2 haches acheuléennes en silex, de deux localités différentes ;

1 grotte, encore cette indication est-elle douteuse ;

6 instruments divers en pierre, dont 3 en silex, et deux localités où les silex travaillés ont été trouvés en certain nombre ;

89 haches polies, sur lesquelles 33 en roches diverses ou indéterminées, 2 en roches serpentineuses et 4 en jadéite, 8 en fibrolithe, 35 en diorite et 7 seulement en silex. La diorite est une roche du pays, ainsi que la fibrolithe, tandis que le silex manque dans la région ; c'est ce qui fait que les instruments en silex y sont si rares. Parmi les haches en diorite, 8 ont été trouvées ensemble ;

1 marteau-hache et 1 instrument en bois de cerf ;

59 menhirs plus ou moins authentiques, en tous cas d'époques diverses ;

1 alignement et 2 cromlechs ;

1 pierre branlante, de nombreuses pierres à bassins, qui souvent ne sont que des accidents naturels, et de plus nombreuses pierres à légendes ;

36 dolmens, dont 4 au moins sous tumulus ;

15 autres tumulus qui, pour la plupart, ne doivent être que des mottes romaines ou féodales. Dans 2, on a rencontré des objets du moyen âge, et 5 sont encore entourés de fossés. A ces tumulus, on pourrait joindre 2 enceintes ou camps, dont 1 avec motte, d'époque indéterminée ;

3 fonderies de bronze ;

5 trouvailles de haches en bronze et 13 de ces instruments rencontrés isolés. Si l'on excepte 2 trouvailles et 1 pièce isolée, dont les formes n'ont pu être constatées, les haches en bronze de la Loire-Inférieure se répartissent ainsi : 3 à douille, 4 entièrement plates, 11 à bords latéraux droits et 44 à talon. Les haches plates et à douilles étaient isolées ;

26 autres objets divers en bronze, sur lesquels 1 moule et 13 épées ou poignards ;

Enfin quatre fois on a trouvé des objets en or préromains.

M. Gabriel DE MORTILLET

Sous-directeur du Musée des antiquités nationales à Saint-Germain-en-Laye.

SUR L'ORIGINE DU BRONZE (1)

— Séance du 26 août 1875. —

J.-B. GASSIES

Directeur du Musée préhistorique de Bordeaux.

RAPPORT SUR LES PROGRÈS DES ÉTUDES PRÉHISTORIQUES DANS LE SUD-OUEST DE LA FRANCE

(De 1872 à 1875.)

— Séance du 23 août 1875. —

Entouré d'une phalange de chercheurs infatigables, j'ai pu en moins de trois ans, former un musée spécial, qui bientôt pourra rivaliser avec les plus renommés.

Grâce au zèle de MM. Daleau, Benoist, Roques, Lalanne, Dombrowski, Dulignon-Desgranges, Meynieu, Berchon, Jabot, Sabassien, Guestier, Baillou, Rambaud, de Perry, de Lestrange, Maufras, de Laporterie, Ferreira, Lamberthod, Sainte-Rose-Suquet, Lambert, Montrouzier, Ruffat, Deloupe, Ramonet, Artigue, Bonnore, Dubalen, Garsault, Ferbos, A. Léon, Sansas, Baudrimont, Marie, Le Bras, Cazalis, Fayard, Léal, Gross, Teisseire, Descamps, Bourseau, etc., etc., j'ai pu accroître considérablement non-seulement le préhistorique pur, mais former une série ethnographique déjà fort belle.

C'est avec de pareils aides qu'il m'a été permis de signaler les abris de Jolias et des Fées, dans la commune de Marcamps, du Ladre et de Ballande à Gavaudun ; les dolmens de Montguyon, d'Ellyas, des Riffauds, du bois du Carney ; le cromlech de Lervaut et les stations d'Andernos et du Gurp.

Les nombreux ateliers du Lot-et-Garonne et de la Dordogne nous ont été révélés par M. Dombrowski, qui a mis à notre disposition tous les objets recueillis dans les fouilles nombreuses qu'il a entreprises

(1) Ce travail a été publié *in extenso* dans le 4e numéro 1875 de la *Revue d'anthropologie.*

dans le but d'éclairer la grande question qui passionne aujourd'hui ceux qui s'adonnent à l'étude de la spécialité qui nous occupe.

Pour une époque postérieure, celle des tumuli, nous avons eu de M. Cruzel, de Miramont, l'indication du tumulus de Befferri, à côté duquel ont été trouvés des squelettes humains ensevelis dans des puits naturels du calcaire tertiaire de l'Agenais. Un crâne brisé est le seul vestige que nous ayons pu recueillir. Il sera l'objet d'une communication toute spéciale.

Le tumulus n'a pas encore été fouillé suffisamment ; mais, dans le peu qu'il l'a été, nous avons pu constater de nombreux foyers avec des débris de poteries grossières, et une quantité considérable de glands incinérés. Nous espérons revenir sur les lieux et déchirer le voile un peu trop épais qui obscurcit la partie intérieure, celle qui nous paraît recéler une chambre ou une allée couverte.

A Agen, sur le rocher de l'Ermitage, à côté des fouilles de M. Sabassien, l'intelligent chercheur, on a trouvé chez M. Amouroux plusieurs puits en pierres brutes, réunies par leur propre poids, sans ciment, dans lesquels on a exhumé de nombreux crânes de génisses, tous frappés au frontal ; en outre de ces crânes, on a retiré du bois incinéré, deux monnaies gauloises, une petite serpe en argent, dix-sept os de poisson simulant des flèches et de nombreux tessons de poteries de l'époque gallo-romaine.

M. Sabassien, poursuivant toujours le cours de ses explorations, a découvert de nombreux percuteurs en quartzite, des disques, des haches polies et des bijoux romains.

Pour l'époque purement préhistorique, je n'aurai pas à m'étendre beaucoup sur son importance. Nous avons publié, M. Daleau et moi, une notice avec planches, sur l'abri de Jolias (1) et mon excellent collaborateur, celle de la grotte des Fées, toutes deux sises dans la commune de Marcamps, près de Bourg (Gironde) (2).

Ces deux grottes-abris, nous ont révélé une civilisation identique de celle de leurs congénères de la Vézère et n'ont apporté aucun fait nouveau à la nomenclature déjà connue de ces dernières stations.

Il n'en sera pas de même, pensons-nous, de celle qui nous a été signalée par M. H. Artigue, notre collègue linnéen (3). Prévenu par lui qu'au Gurp, près Soulac, il existait une station en plein air, au dessous de la dune, à dix kilomètres des bains, je m'empressai de m'y rendre et je constatai, en effet, que, sur une étendue de quatre cents mètres,

(1) *Revue d'anthropologie* du Dr Broca, 1874.

(2) Soc. arch. de Bordeaux, 1875.

(3) M. l'abbé H. Caudéran avait indiqué cette station à M. Sansas, en 1869. Il mentionne des flèches très-belles et des silex très-nombreux.

au-dessus de l'argile verte et sur un sable agglutiné de peu d'épaisseur, il existait une série nombreuse de foyers dans lesquels tous les débris de l'industrie primitive se trouvaient amoncelés : silex taillés, polis, poteries grossières et très-fines, huîtres, patelles et jusqu'à des fragments de fibules en bronze. Tous ces débris témoignent d'occupations successives et très-prolongées sur cette partie du littoral.

Assurément la station actuelle diffère essentiellement de l'ancienne, les populations qui l'ont occupée jadis devaient être installées au centre d'une forêt épaisse qu'indiquent encore quelques vestiges de chênes et de pins brûlés. Elle devait s'avancer beaucoup plus dans la mer et être à l'abri des vents du Nord qui l'ont fait disparaître en partie, et qui la circonscrivent en une bande peu large et dénudée. Des cours d'eau douce devaient aussi séparer les limites du camp, et les quelques filets épars qui se voient encore témoignent d'une époque plus prospère avant que leurs lits ensablés les ait obligés à se perdre sous la dune sans profit pour les tribus suivantes, qui durent fatalement émigrer devant les envahissements continuels de l'Océan (1).

En novembre 1875, après une forte tempête d'équinoxe, la falaise d'argile verte a été démolie, et il y a été trouvé le maxillaire inférieur d'un *Elephas meridionalis* avec trois molaires. Nous n'avons pu trouver encore les autres restes.

A trois mètres de la mâchoire, on a déterré une corne de cerf travaillée et polie ayant servi à l'emmanchement d'un outil.

Deux fragments de galets, quartzite et porphyre, taillés en croissant sont encore énigmatiques pour nous ; peut-être serons-nous assez heureux de le voir expliquer pendant le Congrès, auquel nous nous faisons un devoir de le communiquer en présence des membres distingués qui le composent (2).

On nous a signalé la présence de deux menhirs, l'un dans la Lande du Beutre, et l'autre sur la ligne de Lesparre à Hourtins. Nous nous proposons d'y aller en septembre ou octobre, pour en vérifier l'exactitude.

Nous avons eu à constater le gisement d'un dolmen sous tumulus, à quelques kilomètres de Lesparre, au lieu dit le *boy dou Carney* (bois du Charnier). Ce dolmen a été un peu fouillé et, comme l'indique son nom, on y a trouvé des squelettes humains ensevelis au centre de la sella principale. Deux de nos collègues vont s'occuper de le fouiller méthodiquement, et j'espère pouvoir les accompagner au jour dit.

(1) Le même fait doit s'être produit à Andemos, d'où M. Lalanne et moi avons retiré des flèches et d'autres objets finement retouchés.

(2) Les Caraïbes et les Mexicains possèdent des instruments en croissant semblables mais mieux travaillés. Les défenses de sanglier sont souvent employées jointes ensemble en forme pareille. On en trouve souvent dans les dolmens.

Il me reste à vous parler du cromlech découvert à Lervaut, près Lesparre, et que j'ai fait édifier dans une vallée du jardin public de Bordeaux.

Prévenu par M. Gouillaud qu'un monument mégalithique allait être détruit comme gênant la culture d'une prairie, je me rendis aussitôt à Lesparre, et de là au pont de Lervaut. Je fus bientôt en présence de 18 pierres en obélisques, les unes encore dans leur gangue, les autres gisant sur le sol en dehors des trous qui les avaient recélées. Je pus constater de visu que leur position était circulaire, en forme d'ellipse dont l'axe se dirigeait de l'ouest à l'est sur une longueur de 15 à 20 mètres et une largeur de 8.

Chacune des pierres était séparée de la suivante par un espace de 80 cent., elles ne dépassaient pas en hauteur 1m 20. Le sol avait été fouillé, comme toujours, dans le but d'y trouver un trésor. On n'y trouva que des débris de poteries anciennes, des cendres et des silex taillés. Je pus recueillir sur place trois fragments d'os de ruminants et quelques silex.

On m'assura que sous la route il existait encore une ou deux pierres dont l'une empêchait la croissance d'un ormeau rabougri qui, en effet, paraissait fort gêné dans sa végétation. J'entrai de suite en pourparlers avec le propriétaire de la prairie et j'obtins de lui, pour une certaine somme, d'enlever les pierres du cromlech et d'opérer des fouilles partout où je le jugerais utile.

Une de ces pierres possède un dessin grossier représentant une tête humaine, presque toutes sont taillées, les unes ont une tête sans traits, une ascia linéaire, et surtout des cavités nombreuses, cupules rondes, faites avec un instrument contondant, comme, par exemple, une hache en pierre dure (1).

Après avoir relevé avec soin la forme, la disposition et l'orientation des pierres, je les fis enlever complétement et transporter à la gare de Lesparre, d'où l'administration du chemin de fer du Médoc nous fit la gracieuseté de les diriger sur le musée.

(1) Voir : Batissier. *Elémens d'archéologie nat.*, p. 163, 1843.

« Quelquefois ces pierres sont, comme les obélisques d'Egypte, ornées de dessins et d'inscriptions... On cite la *pierre écrite* de Saulieu, dont l'un des côtés présente des figures grossièrement dessinées, et le peulven de Trédion, en Basse-Bretagne, qui se termine par une tête barbare à peine dégrossie. Nous devons citer comme des plus remarquables, la pierre Saint-Julien du Mans et la pierre debout d'Olent. » Id., p. 322.

Ollier de Marichard, *carte arch. du Vivarais*, Assoc. franç. Lyon, 1873.

Du Chatellier, *rapport à M. de Caumont*, 1863. « La plupart des pierres n'ont reçu aucune préparation, comment toutefois celle de ces pierres qui *ont dû être taillées* ont-elles été préparées ? Ce ne fut évidemment avec aucun instrument à pointe. On n'en trouve pas une seule trace, et les arêtes des pierres portant la marque de quelque travail, nous ont toujours paru avoir été *simplement abattues à l'aide d'un maillet ou d'une autre pierre en faisant office.*

Il me restait à donner une désignation et une place convenable à mon cromlech, et ce ne fut qu'au mois d'avril que je pus enfin l'installer dans une vallée du jardin public.

Nous pensons donc pouvoir compter le cromlech de Lervaut, édifié par nos soins au jardin public de Bordeaux, comme l'un des monuments les plus rares du sud-ouest, témoignant, par son existence, de tout l'intérêt que les études préhistoriques acquièrent dans nos contrées depuis peu d'années et de l'impulsion qui a été donnée aux recherches dans les endroits même réputés les plus réfractaires à notre science.

L'ordre du jour de la Section d'anthropologie comprenait plusieurs autres travaux qui n'ont pu être communiqués en séance, faute de temps. Nous en reproduisons les titres ci-après :

MM. Chudzinski et Alexis Julien : De la colonne vertébrale chez l'homme et les anthropoïdes.

M. Morice : Sur l'acclimatement des races humaines et des animaux dans la Cochinchine.

M. Reboux : Notice préhistorique sur les débris humains fossiles.

M. Topinard : De l'angle facial en craniométrie.

12e Section

SCIENCES MÉDICALES

Président d'honneur.... M. Claude BERNARD, Membre de l'Académie des Sciences et de l'Académie française.

Président..... M. LEUDET, Directeur de l'École de Médecine de Rouen.

Vice-Présidents..... MM. CHAUVEAU, Professeur de Physiologie à l'École vétérinaire de Lyon.
COURTY, Professeur à la Faculté de médecine de Montpellier.
LAENNEC, Professeur à l'École de médecine de Nantes.
LETENNEUR, Professeur à l'École de médecine de Nantes.

Secrétaires..... MM. CARTAZ, rédacteur de la *Gazette hebdomadaire*.
JOUON, de Nantes.
MALHERBE fils, de Nantes.
MARCÉ, de Nantes.

Dr LECADRE

Du Havre.

LA MORTALITÉ PAR LA PHTHISIE PULMONAIRE

— Séance du 20 août 1875. —

Si l'on excepte ces graves maladies épidémiques qui, comme le choléra, la variole, etc., viennent de loin en loin jeter l'effroi dans les populations et attrister l'humanité, aucune affection n'est plus meurtrière que la phthisie pulmonaire, qui règne partout, dont les coups sont incessants et dont la curabilité est si rare. Les progrès de la science et ceux de la civilisation qui, tous les jours, en notre présence, éloignent certaines maladies, sont sans action devant les dommages occasionnés par la phthisie. La science, en se perfectionnant, appelle de nouvelles industries, la civilisation, raffine les mœurs ; mais l'industrie dépeuple les campagnes au profit des villes et enserre l'homme dans des milieux qui souvent pèchent par la salubrité ; le raffinement des mœurs engendre souvent la mollesse. De là, des causes de dépres-

sion sensible pour l'humanité ; de là de nouvelles provocations à la phthisie.

Cette maladie est-elle plus commune qu'elle ne l'était jadis ? Nous examinerons cette question plus loin ; qu'il nous suffise de dire en ce moment qu'on serait tenté d'admettre l'affirmative, en raison de la marche constante de la science et de la civilisation. Consultons d'ailleurs l'obituaire de toutes les villes, et principalement des grands centres de population, et nous nous convaincrons des désastres occasionnés par cette maladie et de la nécessité d'en saisir les assemblées qui ont pris pour but le perfectionnement de toutes choses.

Le poumon, dont la texture anatomique est si compliquée, dont la fonction physiologique est si active, subissant l'atteinte de tous les agents extérieurs, étant sous l'influence constante de l'hématose, dont il est un des principaux instruments, pourrait-il ne pas être d'une extrême susceptibilité ? Dans les causes qui agiront sur lui, nous aurons à relater d'abord celles qui sont directes, puis ces autres qui n'agissent qu'indirectement par le volume et la qualité du sang, par le retentissement qu'elles ont sur toute l'économie. Aussi voyons-nous les maladies des organes respiratoires plus ou moins fréquentes durant les diverses saisons de l'année, mais régner d'une manière à peu près constante. De ces maladies, les unes sont aiguës, et ces dernières seront presque toujours provoquées par les agents extérieurs ; les autres sont chroniques, et dans celles-ci l'affection qui tient la première place est la phthisie pulmonaire.

Cette phthisie, cette maladie si commune, si triste le plus souvent dans ses résultats, qui vient quelquefois surprendre l'individu au moment où l'incitation intellectuelle, qualité générale de celui prédisposé à cette maladie, le poussait vers de grands projets, vers d'importantes combinaisons, cette affection, dis-je, a provoqué dans tous les temps l'attention des observateurs.

Mon but, en en faisant l'objet d'une étude particulière, n'est point de présenter la description des diverses sortes de phthisie. C'est un sujet sur lequel travaillent constamment les anatomo-pathologistes de tous les pays, mais sur lequel, en fin de compte, il faut revenir aux beaux travaux de nos médecins français, et en particulier à ceux de l'inventeur du stéthoscope, du grand Laënnec ; je n'envisagerai la phthisie que sous le rapport de sa grande fréquence, que sous le rapport de la déplorable mortalité qu'elle détermine. Ici, je veux étudier les causes diverses, afin d'arriver par déduction, s'il se peut, à en modifier quelques-unes, à en annihiler quelques autres.

Je ne m'étendrai pas longtemps, non plus, sur la question de savoir si la phthisie pulmonaire est plus commune aujourd'hui qu'elle ne l'était

autrefois. J'en ai déjà dit un mot tout à l'heure. Si je consulte des souvenirs déjà éloignés, je constate que jadis cette cruelle maladie était très-fréquente. Aujourd'hui l'est-elle moins ?

M'arrêtant seulement à deux causes générales que personne ne peut mettre en doute : l'émigration des campagnes et l'extension de l'industrie, je puis en tirer l'induction que le nombre des phthisiques a dû augmenter encore de nos jours.

Des causes moins générales, les unes sont directes ; les autres sont intimes, tiennent à une disposition particulière ou sont transmises. Parmi les premières sont, comme on l'a répété bien des fois, le séjour habituel dans un air froid et humide ou dans un lieu où l'atmosphère n'est pas suffisamment renouvelée. « De même qu'un individu, disait » dernièrement le Dr Peter dans une de ses savantes leçons cliniques, » soumis à une alimentation insuffisante, peut se tuberculiser, de » même celui qui a une moins grande quantité d'aliments aériens, » s'étiole de jour en jour et se tuberculise. »

Il est certain que c'est dans les grandes villes, où l'air perd de ses conditions normales, où le gaz acide carbonique acquiert des proportions déplorables, où, comme à Londres, à l'air se trouve mêlé de l'acide sulfureux, et à Paris du sufhydrate d'ammoniaque, que l'on rencontre le plus grand nombre de phthisies pulmonaires.

C'est sur les bords des lacs et des grandes rivières, comme à Genève, à Lyon, à Rouen, à Nantes ; c'est dans les endroits froids et humides en même temps, qu'on observe le plus de phthisiques.

Si nous nous élevons au dessus de ces endroits, même en ressentant quelques effets de la diminution de la pression de l'air, nous nous dérobons aux chances mauvaises de la fréquence de la phthisie.

Ainsi, tout le monde sait que Mexico est à 2,277 mètres au dessus du niveau de la mer. Or, pour le Dr Jourdanet, qui vient de publier un ouvrage si remarquable sur *l'Influence de la pression de l'air sur la vie de l'homme,* l'observation lui a permis de constater que :

« 1° D'une manière générale, la phthisie est une maladie rare à Mexico ;

2° Que cette maladie est presque nulle dans la classe aisée de la population ;

3° Que l'affection acquise dans les lieux moins favorisés prend sur les altitudes du Mexique une marche plus lente, et que quelquefois elle guérit ;

4° Que les prédispositions à cette maladie provenant de localités plus basses et de conditions individuelles diverses, s'éteignent généralement sur le haut Anama. »

L'opinion fortement motivée du Dr Jourdanet sur les avantages de la

moindre pression de l'air et sur les conséquences de cette dernière, ne lui est point particulière. Suivant un médecin de la ville du Lac-Salé (Amérique), dont le plateau est à 4,000 pieds au dessus du niveau de la mer, parmi la population blanche indigène, on n'a jamais observé un seul cas de phthisie. Parmi les personnes converties au mormonisme, qui viennent d'Europe et des états de l'Est de l'Amérique, il y a quelquefois des malades, surtout des femmes, atteintes de phthisie au début ; pendant le voyage, la maladie s'aggrave souvent, mais après l'arrivée, si la tuberculisation n'est pas très-avancée, elle s'arrête dans sa marche et guérit le plus souvent.

Je m'associe de grand cœur à ces assertions pleines d'espérances, et cependant, sans vouloir éveiller la discussion, je demanderai pourquoi les moines de l'hospice du grand Saint-Bernard, précieux refuge situé à 2,474 mètres au dessus du niveau de la mer, sous l'influence d'une pression moins grande que les habitants de Mexico, qui n'en sont qu'à 2,277 mètres, sont décimés par la phthisie pulmonaire ? Serait-ce que l'humidité constante dont ils sont entourés, humidité froide et déprimante, leur fait perdre tout le bénéfice de l'altitude ?

C'est à dessein que j'emploie l'expression de déprimante, puisque cette humidité, dont on éprouve également les effets sur les rivages de la mer, chargée alors d'hydro-chlorate de soude et de principes iodés, devenue réconfortante, semble diminuer le nombre des phthisiques. « Ceux-ci, dit Laënnec, paraissent n'entrer que pour un quarantième dans la proportion des morts sur la côte méridionale de Bretagne, tandis qu'à Paris et dans les grandes villes du centre de la France, cette proportion ne varie guère que du quart au cinquième ». C'est que sur ces bords battus par le vent prédomine un autre principe vivificateur, principe qui fait que la phthisie est plus commune à la ville qu'à la campagne, dans les grandes cités que dans les petites, partout où il est en faible quantité. Je veux parler de l'ozone, agent sur la nature duquel les chimistes discutent encore, mais que ni M. Jourdanet, ni ceux qui partagent ses idées sur les altitudes, ne penseront être un excès d'oxygène.

Continuant la série des causes directes de la phymie, nous les retrouvons encore chez ceux qui vivent dans une atmosphère chargée de poussière minérale, comme débris de pierres, poudre de charbon, molécules de cendre ou de fonte. C'est cette phthisie qu'on a désignée sous le nom de phthisie des aiguiseurs, parce qu'elle affectait de préférence les aiguiseurs des anciennes manufactures d'armes. Dernièrement, M. le Dr Proust présentait à l'Académie de Médecine un mémoire sur la maladie des poumons des mouleurs en cuivre et en fonte, dont les conclusions furent appuyées dans le rapport qu'en fit le professeur

Tardieu. Or, cette maladie n'est autre qu'une variété de phthisie dont les causes sont complétement directes.

Aujourd'hui que la passion des instruments de cuivre est très-répandue parmi les tout jeunes gens, il en résulte pour certains d'entre eux des désordres du côté de la poitrine qui peuvent aller jusqu'à la phthisie. On objectera que le chant rhythmé est au contraire une ressource gymnastique pour le poumon, qui lui a été favorable. Mais nous ne saurions confondre cet exercice mesuré du poumon avec ces efforts brusques et heurtés de la respiration, qui aboutissent à des congestions sanguines. Le professeur Andral ne disait-il pas, il y a déjà longtemps, que « dans la grande majorité des cas, le développement des tubercules pulmonaires est précédé par des congestions sanguines à divers degrés. » N'est-ce pas aussi, pour le dire en passant, à ces congestions sanguines répétées chez les vieillards emphysémateux ou sujets aux catarrhes des bronches, qu'on peut attribuer la tuberculose qu'on observe encore assez communément chez eux ?

Nous entrons maintenant dans le domaine des causes très-nombreuses qui, d'une manière indirecte, en déprimant la constitution ou empêchant le développement du poumon, deviennent l'occasion de l'apparition de la phthisie. Nous les suivrons dans différents âges de la vie.

On ne peut nier que, dans l'enfance, la faiblesse congénitale qui imprime à la constitution une débilité de laquelle elle a peine à se relever, ne soit pour beaucoup dans la manifestation de la phthisie, qui aura lieu à une époque plus éloignée. Si l'on admet que cette débilité native ou acquise dans les premiers mois de la vie ne soit sinon une cause directe, du moins une cause prédisposante à cette maladie, combien il importe d'éviter cette débilité par tous les moyens possibles et surtout par une bonne alimentation. Combien il devient nécessaire d'étendre et de favoriser l'allaitement naturel, qui est pour l'enfant la seule et bonne alimentation.

Il arrive souvent que dans l'enfance, le système osseux s'affaisse sous l'influence de la répartition insuffisante du phosphate de chaux ; les os se courbent, la colonne vertébrale fléchit, les cavités osseuses se déforment et perdent de leur capacité et sans vouloir signaler le rachitisme comme une cause constante de la phthisie, on ne peut récuser que fréquemment les rachitiques deviennent les victimes de cette maladie. En ce moment, j'observe un jeune homme âgé de 30 ans. Son père et sa mère étaient vigoureux ; ses frères se portent bien ; on ne connaît aucun phthisique dans sa famille ; il a été élevé comme ses frères, vivant presque toujours en plein air. Mais il a conservé de son enfance une grande déformation du thorax ; le sternum saillit en

avant, les côtes, au lieu de faire le cercle, sont aplaties sur les côtés, la conformation de la poitrine rappelle celle d'un gallinacé ; il est, au moment où j'écris, au deuxième degré de la phthisie, sans qu'on ait, chez lui, pu découvrir aucune autre cause, sinon la mauvaise conformation du thorax.

La scrofule qui, le plus souvent, se produit dans l'enfance, est-elle une cause fréquente de la phthisie ? Certes, les suppurations longues qu'a à supporter le scrofuleux, jointes à des douleurs sans cesse renouvelées, sont des causes déprimantes de la constitution qui peuvent favoriser l'éclosion de la maladie. Aussi admettait-on autrefois une phthisie scrofuleuse. Et ce qu'il y a de remarquable, et ce qui différencie cette sorte de phthisie de la phthisie d'emblée, si l'on peut s'exprimer ainsi, c'est ce qui fut constaté par Laënnec : c'est que chez les sujets scrofuleux, l'affection tuberculeuse commence assez souvent dans les glandes mésentériques ou cervicales, et les tubercules du poumon, quelquefois peu nombreux, sont le plus souvent le produit d'une éruption secondaire. « Quelquefois même, ajoute le praticien, on ne trouve » dans ces sujets de tubercules que dans les grosses glandes bron- » chiques placées à la racine des poumons. » Cette phthisie n'est donc qu'exceptionnelle. Elle n'est point le complément obligatoire de la scrofule, exceptionnellement elle en est la suite. Quoi, à la vérité, de plus dissemblable que le portrait de l'individu prédisposé à la phthisie et du scrofuleux? Le premier, dit Arétée, « est grêle, effilé, d'une constitution délicate ; il a les épaules élevées, comme ailées, le cou allongé et tendu, la peau d'un blanc fade, la poitrine étroite. » A ces signes, le judicieux médecin grec eût pu ajouter ce qui a été remarqué de nos jours : la main en fuseau, les doigts effilés, les ongles longs et arrondis, le plus souvent, les cheveux noirs et la pommette colorée. Chez les scrofuleux, selon Baumes, on constate un certain fond de blancheur de la peau qui contraste avec une rougeur assez vive des joues et la pâleur des lèvres. La peau est, en général, d'un poli et d'une douceur remarquables, quoique l'épiderme ait quelque fermeté. Tous les membres paraissent arrondis ; le tissu des chairs est mou et relâché. Le visage est plein, presque bouffi ; les yeux ont en quelque sorte quelque chose de hagard ; le regard est cependant doux ; la couleur de la cornée transparente est bleuâtre et la pupille est grande, la tête est ornée de cheveux souples et dont la couleur est ordinairement châtain-doré ou d'un blond particulier. Le cou est court et gros ; la mâchoire inférieure est plus étendue que de coutume ; la bouche est plus grande ; les lèvres sont plus grosses ; les os de la pommette sont de même plus gros ; les ailes du nez et les paupières sont plus épaissies... et Baumes eût pu dire encore : les mains sont larges et courtes, couvertes d'enge-

lures l'hiver et terminées par des doigts gras et empâtés ; les ongles sont courts et taillés carrément.

Il n'est donc pas exact de dire que la phthisie est la scrofule du poumon. On a pris souvènt d'ailleurs pour des scrofuleux des gens strumeux, lymphatiques, vivant dans des conditions qui développaient ou entretenaient cette constitution morbide. Suivant un auteur anglais, sur 1000 scrofuleux observés, dont 600 hommes et 400 femmes, 21 % seulement étaient phthisiques.

Une des causes les plus communes de la phthisie est l'air confiné. C'est dans les villes de fabriques et dans ces villes, c'est dans les fabriques qui recèlent un grand nombre d'ouvriers de tout âge, de tout sexe, dans des salles closes où ils restent une grande partie du jour, qu'on compte le plus de phthisiques. A l'hôpital de la Croix-Rousse, à Lyon, de 1862 à 1866 inclusivement, M. Chatin s'est assuré que la mortalité par la phthisie atteint le tiers de la mortalité en général. C'est surtout sur les femmes chez lesquelles cette sorte de séquestration porte un trouble marqué dans la menstruation, que le chiffre de la mortalité par cette maladie est le plus considérable. Dans le pays de Galles, pays de mineurs qui passent une partie de leur vie sous terre, dans une atmosphère insuffisante aux fonctions du poumon, le nombre des phymiques est déplorable. Dernièrement, M. le docteur Mascaret constatait que sur 100,000 employés des chemins de fer, 75,000 attachés au service actif et 25,000 aux bureaux, durant une période de sept ans, mouraient 16 hommes seulement du service actif, et 412 des bureaux. Ne sait-on pas que parmi les ouvriers, ceux qui travaillent en chambre, comme, chez les hommes, les tisserands, les cordonniers, les tailleurs, et chez les femmes, les couturières et les modistes, sont ceux qui payent le plus fort tribut à la phthisie.

C'est à cette atmosphère confinée ; c'est à l'encombrement persistant qu'on doit, proportion gardée, la mortalité par la phthisie, plus grande dans la classe pauvre que dans la classe aisée. Aux femmes surtout retenues plus souvent à la maison dans des appartements étroits, sans dégagement d'air, souvent situés dans des rues resserrées constamment humides, où le soleil fait défaut, aux femmes, dis-je, surtout, incombe la phthisie dans ces conditions. Et quand à ces dernières causes viennent se joindre la misère, la malpropreté, la privation, motifs de dépression profonde ; on est étonné de voir la phthisie survenir chez des personnes chez lesquelles on n'eût jamais pu la soupçonner.

Les excès alcooliques sont également une des causes provocatrices de la phthisie. C'est à ces excès et non au séjour sur des vaisseaux, comme le veut M. le Dr Rochard, qu'on doit la fréquence de cette

maladie chez les marins. S'il m'était permis de joindre mes remarques à celles d'autres observateurs éminents, je dirais qu'au contraire, l'habitation près les plages de l'Océan et les voyages en mer, sont souvent des moyens prophylactiques de la maladie.

Mais outre les excès, nous disait Laënnec dans ses cours, et il l'a répété dans son ouvrage : « Une cause principale du plus grand nombre » de phthisies, dans les grandes villes, est le chagrin ou toute autre » affection triste. » Et, à ce sujet, il donnait en preuve l'histoire d'une communauté religieuse de femmes, où elles étaient décimées par la maladie tuberculeuse. « Non-seulement, disait-il, on fixait habituel- » lement leur attention sur les vérités les plus terribles de la religion, » mais on s'attachait à les éprouver par toutes sortes de contrariétés, » afin de les faire parvenir, dans le plus court espace de temps, à un » entier renoncement à leur propre volonté. » Aussi moi, durant ma carrière médicale, qui commence à être longue, j'ai observé la phthisie fréquente parmi les religieuses, surtout chez celles qui s'étaient séquestrées du monde par le cloître. A cette retraite forcée, il ne faudrait pas seulement attribuer l'anémie, qui souvent est le prélude de la phthisie; mais il faut en accuser encore le jeûne, dans quelques ordres l'usage d'un atroce corset, cet oubli du monde, ce célibat forcé réfractaire à bien des natures. J'ai connu des femmes qui étaient citées pour leur splendide santé; elles entraient au couvent; au bout de quelques années, la menstruation éprouvait des dérangements; elles maigrissaient et finissaient par mourir de la phthisie, quand, dans leur famille, cette maladie était complétement inconnue.

Mais si, dans certaines circonstances, le célibat forcé peut devenir une cause indirecte de la phthisie, on ne peut nier que les excès vénériens et principalement l'onanisme chez des sujets dans leur première jeunesse, soient des causes bien plus fréquentes et bien plus puissantes de la même maladie. Ce serait par milliers qu'il faudrait compter les phthisies occasionnées par ces sortes d'excès, qui agissent d'une manière d'autant plus pernicieuse, que ceux qui s'y livrent vivent dans des habitations insuffisantes, insalubres et qu'ils sont loin de jouir du confortable de la vie.

Nous accusions, tout à l'heure, la vie claustrale de pouvoir devenir une cause de phthisie. Combien plus encore nous pourrions en accuser la vie des femmes dissipées et galantes. Le libertinage et la prostitution sont des éléments de provocation de phthisie. On peut y joindre la syphilis, qui souvent vient les accompagner. Morton, Sauvages, ont cité des exemples nombreux de phthisie par cette cause; Laënnec, plus réservé, n'admet l'affection vénérienne que comme cause occasionnelle du développement des tubercules. Le professeur Andral penche à

croire que l'abus du mercure, pour guérir la syphilis, pourrait bien être plus que cette affection une cause de ce développement : « Ouvrez, » dit-il, les cadavres d'animaux empoisonnés par le sublimé corrosif » et vous trouverez qu'une des principales lésions produites par ce sel » est l'inflammation disséminée d'un certain nombre de lobules pulmo» naires. » Chacun de nous, dans sa pratique particulière, s'est convaincu de l'ébranlement qu'apportent à la constitution la plus robuste les symptômes variés de la syphilis. Lorsque à cette cause de dépression en viennent se joindre d'autres, telles qu'une habitation insalubre, une alimentation insuffisante, une hygiène défectueuse, on est en droit de regarder la syphilis comme l'occasion fréquente de l'éclosion de la phthisie.

Entourés de ces mêmes éléments d'aggravation que nous venons de citer, les accouchements trop souvent renouvelés ne deviennent que trop souvent l'occasion de la même maladie. Il en est de même des lactations trop prolongées. Il est un terme où l'allaitement, qui est pour beaucoup de femmes un motif de force et de santé, ne doit pas être dépassé, surtout si la femme qui nourrit est placée dans des conditions défectueuses. Sinon, il peut porter atteinte à la constitution. Si la phthisie est rare chez la jument, qui n'allaite son produit que d'une manière assez courte, et dont le lait n'est recherché que par quelques malades, elle est fréquente, très-fréquente même chez la vache, dont, par spéculation, on entretient la lactation le plus qu'il est possible, et qu'on épuise par des *traites* trop fréquentes et trop prolongées.

La phthisie est regardée comme héréditaire. L'est-elle dans tous les cas? D'après un calcul opéré sur 1,000 phthisiques, 34 p. % avaient perdu leur père, et 16 p. % leur mère; 28 p. % avaient perdu les deux parents; 25 p. % possédaient encore leurs père et mère. Quelque consolant qu'il pourrait être de nier cette triste hérédité, on ne peut le faire après la lecture de ce tableau et à la vue de ce qui se passe chaque jour sous nos yeux. Cette transmission saute quelquefois un degré de parenté pour arriver à la deuxième génération. Ainsi, j'ai connu une famille dont les ascendants étaient morts de la phthisie. La fille de ces derniers parcourut une longue carrière, et vécut malheureusement assez pour voir périr ses quatre enfants de cette affection.

Il est une autre question sur laquelle il y a division parmi les médecins : la phthisie peut-elle se transmettre d'un individu à un autre, du mari à la femme, par exemple, et réciproquement? Laënnec ne se prononce pas; il n'ose ni admettre cette transmission ni la nier complétement. Il se borne à dire : « Beaucoup de faits prouvent qu'une maladie qui n'est pas habituellement contagieuse peut le devenir dans certaines

circonstances. » Il serait difficile de s'associer à l'opinion de certains médecins qui ont cherché à prouver qu'on pouvait devenir phthisique en revêtant les habits qui ont servi à un poitrinaire, en respirant pendant longtemps la mauvaise odeur qui s'élève des crachats, en restant exposé à son haleine. Mais, sans aller aussi loin, pourra-t-on ne pas admettre, quand on a vu tant de fois le fait se reproduire, que trop fréquemment, dans les ménages, le mari succombe à la phthisie peu de temps après la mort de sa femme phthisique ; que plus souvent encore la femme ne tarde pas à rejoindre son mari mort, atteint de la même maladie ? Le fait est moins commun dans les classes aisées, où le bénéfice du logement est accordé. Mais dans la classe pauvre, où la femme (je parle surtout de cette dernière, parce que cet accident est plus ordinaire chez elle à cause de sa réclusion plus grande et de ses soins domestiques plus absorbants), où la femme, dis-je, partage jusqu'à la fin le même logement, le même lit, reste jour et nuit exposée aux émanations qui s'élèvent des crachats, de la transpiration et des déjections du phymique, continue souvent avec lui des relations plus intimes encore, qui oserait dire qu'il ne s'exerce pas là une sorte de contagion ?

En vain, le Dr Bosquillon soutiendra qu'après avoir traité un millier de phthisiques, il n'a jamais pu découvrir qu'aucun le soit devenu par contagion ou qu'il ait communiqué la maladie. En vain, Cullons, moins absolu cependant, assurera que sur plusieurs centaines d'exemples de cette maladie un seul peut-être a pu lui paraître produit par la contagion. Lorsque ces observateurs s'exprimaient ainsi, l'inoculation ne venait pas prouver la véracité de la contagion de la phthisie. Si l'illustre auteur du *Traité de l'Auscultation* pouvait publier aujourd'hui une nouvelle édition de son immortel ouvrage, ce n'est plus sous la forme du doute qu'il émettrait la proposition suivante : « Une inoculation directe peut-elle produire le développement, au moins local, de la matière tuberculeuse ? » Les belles expériences de MM. Villemin, Hérard, Cornil et Lebert ont amplement démontré que la matière tuberculeuse inoculée a suffi pour déterminer dans les poumons des animaux soumis à l'expérience des lésions manifestement tuberculeuses. S'il y a quelques divergences entre ces savants expérimentateurs, elles n'ont lieu qu'au sujet de la réussite plus ou moins complète des tentatives. Selon M. Villemin, la phthisie pulmonaire, comme les autres maladies tuberculeuses en général, serait une affection spécifique, inoculable, virulente. Nos médecins français n'ont cependant cherché la preuve de ce qu'ils avançaient que dans les inoculations à des animaux. Plus hardis ont été les médecins d'au delà des mers ; ils ont osé davantage, et je crains bien que leur audace ne trouvera pas d'imitateurs parmi nous. Je lisais tout dernièrement qu'en Amérique la tuberculose a été inocu-

lée à un homme non soupçonné de phthisie, atteint d'une gangrène au gros orteil du pied gauche due à une embolie de l'artère fémorale. La terminaison fatale était inévitable. On lui inocula à la partie supérieure de la cuisse gauche des crachats venant d'un homme qui avait des abcès dans les poumons. Au bout de trois semaines, l'auscultation révéla un peu de renforcement du bruit respiratoire au sommet du poumon droit et un certain prolongement dans l'expiration. Trente-huit jours après l'inoculation, le malade meurt avec sa gangrène, et l'on trouve dans le lobe supérieur du poumon droit dix-sept tubercules gris très-durs. Il y avait deux granulations au sommet du poumon gauche.

A tous ces faits, le Dr Pidoux, qui, en sa qualité d'inspecteur des Eaux-Bonnes, a été à même d'étudier, et avec une rare sagacité, la phthisie d'une manière toute particulière, répond que la phthisie n'est pas une maladie qui commence, mais une maladie qui finit. « Par la méthode expérimentale, ajoute-t-il, on peut déterminer la formation du tubercule, qui est une dégradation des tissus, mais on ne fait pas la phthisie de l'homme. Car ce qui caractérise celle-ci et la rend inimitable, c'est la lente préparation de l'organisme à la tuberculose ; ce sont les mille causes ou conditions externes ou internes, héréditaires et personnelles, innées ou acquises, qui viennent aboutir à cette altération intime, et donnent à la maladie ses formes, sa marche et ses complications infinies et variées. »

Nous venons de passer en revue une partie des causes de la phthisie pulmonaire. Je dis une partie, puisque, pour les exposer toutes, il faudrait imiter le Dr Damaschino, et composer comme lui, sur la simple étiologie de la tuberculose, un volume in-8° de 204 pages. Dans cette enceinte, j'ai voulu être concis ; je pouvais l'être moins, si le temps ne m'eût pas été compté. Mais forcément et malgré moi, je crains de l'être davantage encore dans les moyens de les prévenir. C'est que, plus d'une fois, je serai arrêté par des impossibilités matérielles, résultats des vices inhérents à l'état de société. A notre aide nous appellerons souvent la stricte observation des lois de l'hygiène, aussi bien de l'hygiène publique que de l'hygiène privée. Mais bien trop fréquemment notre mode d'organisation sociale viendra se mettre en travers des exigences de ces lois.

Ainsi, l'opinion générale veut, des observations recueillies avec soin ont prouvé que le bénéfice de l'altitude, qu'un air pas trop riche en oxygène et surtout dépourvu de gaz délétères, que le soin d'éviter les effets déprimants d'une constitution où le froid vient se joindre à l'humidité, que la libre circulation de l'air dans les maisons, dans les appartements, étaient des conditions propres, sinon à faire disparaître la

phthisie, du moins à diminuer le nombre des malheureux qui en étaient atteints. Mais la campagne se dépeuple ; l'industrie recherche les vallées basses, où les cours d'eau sont abondants, où rien ne peut arrêter les funestes effets de l'humidité ; l'industrie exige des ateliers où les courants d'air sont indispensables, où hommes et machines sont entassés.

A cet individu, quel que soit son sexe, d'une constitution appauvrie, il faudrait le grand air, les plages de l'Océan, le séjour en mer, les travaux de l'agriculture ; il ne le peut, la délicatesse de sa santé l'oblige à prendre un métier en chambre ; l'homme se fait tisserand, cordonnier, tailleur ; la femme est couturière, modiste. On achève de s'étioler dans ce réduit exigu, qui, souvent, est à la fois l'atelier et la chambre à coucher, trop heureux quand l'encombrement n'existe pas au logis, quand la misère, avec tout son cortége de négligences, ne vient pas assaillir l'infortuné.

Les exemples de transmission de la tuberculose par une contagion intime, par l'hérédité, ne sont que trop patents. On ne peut les récuser. Mais quel est le législateur qui pourra venir mettre des entraves à ces unions frappées d'avance de mort anticipée? On reconnaît le vice, mais malgré soi on ferme les yeux. On ne peut ne pas approuver la justesse des principes émis par le Dr Henry Bennett dans une lettre très-spirituelle écrite récemment ; on voudrait une autre conclusion, on n'en trouve pas.

« Un jeune homme, dit cet éminent praticien, prédisposé à la phthisie, peut se marier et avoir des enfants qui seront forts et vivront ; mais pour cela il lui faut épouser une jeune fille saine et *vraiment* en santé, *née et élevée à la campagne ;* il lui faudra être *modéré dans ses rapports conjugaux,* élever ses enfants *hygiéniquement à la campagne,* pour des *occupations de campagne.* S'il était actuellement en cours de phthisie, ce serait *un acte de folie et de cruauté* de sa part de se marier ; il épuiserait ses forces, *procréerait de malheureux enfants* malades, et ferait de son épouse une garde-malade.

» Pour la jeune femme dans le même état, le danger est plus grand, car une ou plusieurs grossesses peuvent survenir, qui *très-probablement* précipiteront la terminaison funeste.

» Aussi, même si les phthisiques négligent nos avis et se marient, ne veulent, *propter vitam, perdere causas vivendi, tout va bien, en définitive,* et la race humaine ne dégénère pas. »

On s'attendait peu à cette conclusion. Mais que lui opposer ? Sera-t-il plus sage de s'associer à certains rigoristes et de demander une responsabilité personnelle d'une application presque impossible ?

Serons-nous plus heureux du côté de ces causes dépressives de la

constitution, qui, comme les excès de tous genres, les affections syphilitiques réitérées, les lactations trop prolongées, l'insalubrité des logements et de certaines professions, l'encombrement à demeure, le dénûment, la malpropreté qu'il entraîne, deviennent si souvent l'occasion de la phthisie? Ne viendrons-nous pas nous heurter contre des entraînements ou, ce qui est plus triste, contre des nécessités absolues?

Nonobstant, quels que pourront être notre déboire et aussi notre découragement, ne perdons pas de vue que, de toutes les maladies aiguës et chroniques, la phthisie pulmonaire est celle dont les victimes se comptent chaque année par milliers. Dans les trois mois qui viennent de s'écouler, d'avril à la fin de juin, dans les seuls hôpitaux de Paris, n'enlevait-elle pas 772 personnes, quand les autres affections du thorax réunies n'en enlevaient que 353?

L'impuissance de la science contre l'envahissement de cette terrible maladie a fait que beaucoup de bons esprits ont cherché dans la formation de commissions les moyens d'arriver à la prophylaxie et au meilleur traitement à lui opposer. Louis en faisait la proposition il y a bien plus de vingt ans; le Dr Pidoux la renouvelait en 1867. L'année d'après, sur la motion de mon confrère et ami, le Dr Besnier, une commission dite de *Phthisiologie* était formée et composée d'hommes dont la compétence éclairée est appréciée de tout le monde: MM. Chauffard, Hérard, Moutard-Martin, Potain, Villemin. Jusqu'ici elle s'est tue, ou, du moins, je ne sache pas qu'elle ait parlé. N'a-t-elle pas été arrêtée par la considération qui m'a permis de m'étendre quand j'ai énuméré les causes de la maladie, et forcé de me restreindre quand j'ai abordé le chapitre des moyens prophylactiques? En choisissant ce sujet à traiter dans ce congrès, j'avais prévu combien je serais incomplet. Mais, vu son importance, je n'ai pas voulu m'abstenir, espérant qu'en remettant sans cesse cette importante question sur le tapis, il en sortirait quelques notions utiles, osant croire que de la discussion, qui d'un moment à l'autre pourrait s'élever, surgirait quelque lumière.

DISCUSSION

M. Houzé de l'Aulnoit proteste contre l'opinion de M. Lecadre, qui n'accorde pas suffisamment de crédit au traitement par l'exercice pulmonaire. Pour lui, l'influence favorable qu'exerce sur la phthisie le séjour dans les climats alpestres ou à des hauteurs élevées est due à l'obligation, pour l'habitant, de donner à ses vésicules pulmonaires toute l'ampliation possible.

M. Claude BERNARD

Membre de l'Académie des Sciences et de l'Académie Française.

SUR LA CHALEUR ANIMALE

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 20 août 1875. —

M. Cl. Bernard a cherché à contrôler les expériences multiples qui ont été faites sur ce point de physiologie, et expose le résultat de ses recherches.

Il y a dans cette question de la chaleur animale, deux points ; M. Cl. Bernard ne s'étendra que sur un seul, celui de la topographie calorifique. A tour de rôle, on a placé le siége de la chaleur animale dans le poumon, dans les capillaires, dans le tissu musculaire, etc... A son avis, il n'existe pas de foyer unique ; la chaleur se fait partout, mais il y a des points où elle est plus élevée, tout en étant réglée par des lois définies.

Le premier point que l'on a discuté est celui de savoir si le sang artériel est plus chaud que le sang veineux, si le sang du cœur gauche est plus chaud que celui du cœur droit. La théorie de Lavoisier était venue donner un solide appui à l'opinion qui défendait la température plus élevée du sang artériel. Les recherches de M. Cl. Bernard combattent absolument cette façon de voir, et les erreurs d'interprétation tiennent à des vices d'expérimentation.

Les méthodes et les procédés ont varié beaucoup. Voici celle qu'il a adoptée. Il prend deux aiguilles galvano-électriques, construites d'une façon spéciale et introduites dans une sonde de gomme analogue à la vulgaire sonde chirurgicale : cette sonde est destinée à empêcher le contact du liquide sanguin avec l'aiguille. Des observations comparées et répétées permettent d'affirmer que cette enveloppe protectrice ne gêne en rien l'exactitude de cet appareil thermométrique. Il se borne du reste à mesurer les 1/50 de degré.

Il prend un chien, auquel il découvre les artère et veine crurales et introduit dans les deux vaisseaux sa sonde aiguillée. La sonde restant à l'entrée, il a constamment observé le résultat suivant : la température du sang artériel est plus élevée que celle du sang veineux. Aussi loin qu'on pousse la sonde dans l'artère (jusqu'à la crosse de l'aorte), la température reste invariable.

Si, au contraire, on fait remonter la sonde dans le conduit veineux, la température varie : à l'entrée de la veine, elle est au dessous de celle du sang artériel ; elle augmente progressivement, pour être égale au niveau des veines rénales et atteindre son maximum au niveau du diaphragme, au point où les veines sushépatiques s'abouchent dans la veine cave ; au dessus, elle diminue un peu, quoique restant toujours au dessus de celle du sang artériel.

Cette différence entre les deux températures est fondamentale, et si l'on ne l'observe pas dans les vaisseaux des membres, c'est que le sang subit à la périphérie des déperditions multiples qui lui font perdre sa puissance calorique.

Au sujet de ces expériences, M. Cl. Bernard a observé un fait intéressant. Il avait gardé un chien sur lequel il avait pratiqué ces recherches ; le lendemain le chien était en proie à une fièvre des plus intenses. Il eut l'idée de rechercher si le rapport était le même dans cet état : il l'était, en effet, mais avec des différences beaucoup plus prononcées.

On lui fit prendre alors une forte dose d'opium : la température ne fut pas abaissée. Cependant à l'état normal l'opium amène un abaissement considérable de la chaleur.

Heidenhain avait observé qu'une excitation nerveuse amène un abaissement de température ; si l'animal était fébricitant, la même excitation ne produisait aucune modification. Ces faits peuvent être rapprochés de ses expériences avec l'opium.

On peut tirer de ces recherches l'idée clinique suivante : c'est que la fièvre est un phénomène purement nerveux provenant de modifications, de troubles qui se passent du côté du système nerveux. Appuyé sur des investigations nombreuses, M. Cl. Bernard croit qu'il existe des nerfs vasomoteurs de deux ordres, dilatateurs et constricteurs. La fièvre n'est que la résultante de modifications profondes du côté de ce système, résultante qui a pour effet principal l'élévation de la température.

M. le Dr A. MOREAU

Membre de l'Académie de médecine.

SUR LA VESSIE NATATOIRE DES POISSONS (1)

— Séance du 20 août 1875. —

M. le Dr Léopold LAFITTE

Médecin consultant aux eaux de Saint-Sauveur (Hautes-Pyrénées).

DES INJECTIONS SOUS-CUTANÉES D'EAU DISTILLÉE OU D'EAU PURE ET DE LEURS BONS EFFETS THÉRAPEUTIQUES

— Séance du 20 août 1875. —

Ce n'est pas le récit d'un procédé de thérapeutique inconnu que je viens vous faire aujourd'hui, Messieurs, beaucoup même d'entre vous le connaissent peut-être, mais comme beaucoup aussi, peut-être encore, n'y ajoutent pas l'importance que je lui crois mériter ou peuvent

(1) Ce mémoire a été lu également en séance générale. Voir page 77.

l'ignorer, j'ai cru devoir profiter de l'occasion que me fournit ce congrès pour le rappeler ou le vulgariser.

D'ailleurs, dans un temps comme le nôtre, où le courant des idées médicales n'est pas beaucoup tourné vers la thérapeutique, mais bien vers les recherches histologiques, micrographiques ou physiologiques, dont l'utilité est incontestable, immense, mais ne profite pas immédiatement et absolument ou toujours à l'art de guérir, je pense qu'il est bon, lorsqu'un clinicien ou un praticien trouve dans le dédale incommensurable des ressources, tant anciennes que modernes, mais plus ou moins efficaces, que nous pouvons opposer aux maladies qui nous tourmentent ou nous tuent, un remède ou un procédé qui agit, calme ou guérit à coup sûr et sans danger; je pense, dis-je, non-seulement qu'il est bon de le proclamer, mais encore que c'est un devoir pour lui de le répandre partout par tous les moyens possibles.

Sous l'empire de cette idée, dernièrement, je communiquais à la Société de médecine et de chirurgie de Bordeaux, ville aux environs de laquelle j'exerce la médecine, une relation plus étendue dont je n'ai plus le manuscrit, sur le sujet qui va m'occuper devant vous; une commission fut alors nommée pour répéter longtemps et souvent mes expériences; je ne connais pas encore le résultat, mais je ne doute pas qu'il ne soit analogue en tous points à ceux obtenus par moi.

Voici donc, Messieurs, quelques souvenirs recueillis et classés à la hâte depuis ce matin, et enfin l'exposé du procédé dont il s'agit.

Au moment de quitter Paris il y a trois ans, je vis dans le service du docteur Tardieu, M. Dieulafoy, mon ancien préparateur à l'internat et mon ami, qui le suppléait, guérir ou soulager d'une façon miraculeuse et immédiate un jeune garçon boucher atteint de rhumatisme articulaire aigu et généralisé dans toutes les articulations, au moyen de quelques injections d'eau ordinaire poussées à l'aide de la seringue de Pravaz, au niveau de la plupart des articulations malades. Ce jeune homme, garçon fort, vigoureux, ne pouvait, un instant auparavant, faire le plus léger mouvement. Il souffrait énormément et poussait même des cris sérieux lorsqu'il voulait soulever un membre ou qu'un de nous le lui soulevait ou le lui remuait. Les injections faites, sa figure, qui tout à l'heure était le reflet désolé de toutes les douleurs qu'il éprouvait, même au repos, devint tout à coup reposée et souriante, et, mieux que tout cela, le malade se leva et fit mouvoir, sans manifester de douleur appréciable, ses membres raides, gonflés et sensibles avant les injections.

Depuis, je n'entendis plus parler de cet homme que mon départ m'empêcha de revoir, et nulle part ailleurs que dans le dictionnaire de Jaccoud à l'article « douleur », et encore seulement à la fin, en quelques lignes

comme à la dérobée, je ne vis de relation de faits analogues ; MM. Potain et Dieulafoy, les premiers expérimentateurs et inventeurs aussi, je crois, de ce procédé, le citèrent dans cette fin d'article que beaucoup de praticiens ont pu ne pas avoir occasion de lire, et dont beaucoup, par conséquent, peuvent ne pas avoir occasion de profiter.

Quoi qu'il en soit, l'expérience faite sur le jeune homme de l'Hôtel-Dieu me frappa, je me promis de la renouveler le cas échéant, lequel ne tarda pas à se présenter, vous allez le voir :

Vers le mois de septembre 1872, en effet, je fus appelé à 11 kilomètres de mon domicile, près de Coutras, pour aller donner mes soins à une bonne femme qui, me disait-on, depuis deux jours était courbée dans son foyer, pleurait, criait, et souffrait tellement qu'elle ne voulait même prendre aucune nourriture pour ne pas être obligée de faire le plus léger mouvement. Sans autre renseignement et à tout événement, j'emportai ma seringue et je partis.

La femme Challon fut trouvée, à mon arrivée, assise sur une chaise, la tête appuyée sur un des chenets de son foyer ; elle me déclara souffrir des reins horriblement, depuis deux jours, comme on me l'avait effectivement annoncé. Elle avait beaucoup de fièvre, le ventre dur et ballonné. Elle avait un lumbago très-douloureux, mais rien de plus ; sa fièvre n'était qu'une conséquence de ce lumbago, et le ballonnement du ventre résultait d'une constipation qui durait depuis plus longtemps encore que l'attaque rhumatismale.

A l'aide de quelques hommes, mais non sans assister à des scènes déchirantes et grotesques de la part de la malade ou des assistants, je pus enfin faire hisser la femme Challon sur son lit. Je lui découvris les reins et lui injectai sous la peau 8 grammes d'eau pure, soit le contenu de quatre seringues de Pravaz. Aussitôt, j'ordonnai à la femme de se lever, de descendre de son lit seule et de faire quelques pas dans la chambre. Un refus formel accueillit mon avis, et il me fallut insister beaucoup pour la convaincre et me faire obéir. J'obtins enfin son consentement, et à l'étonnement de tout le monde, la femme Challon se leva, descendit et marcha sans l'aide de personne. Ce fait frappa tellement les bons paysans qui assistaient à l'événement, leurs yeux, en me regardant, devinrent tellement effarés, singuliers, que je me demandai un instant s'ils allaient me faire un bon ou un mauvais parti. Je prescrivis à la femme Challon un grand bain tiède d'une demi-heure, après le bain, 45 g. d'huile de ricin, et quand je revins le lendemain, vive, alerte, contente, elle circulait librement et vaquait aux soins de son ménage sans paraître se rappeler les souffrances de la veille et ses manifestations bruyantes.

Depuis, maintes et maintes fois, j'eus occasion d'employer cette mé-

thode dans les maladies les plus diverses, mais où l'élément douleur jouait un rôle important, et toujours le succès est venu sanctionner mes tentatives. Le succès n'a pas toujours été définitif comme dans l'observation ci-dessus, quoiqu'il l'ait été bien souvent, mais toujours un soulagement énorme et rapide suivait les injections, et quand les douleurs reparaissaient, j'en étais quitte pour recommencer, exactement comme s'il s'était agi d'injections morphinées. J'ai expérimenté dans plusieurs *sciatiques* névralgies frontales, faciales, du cuir chevelu, *pleurodynies*, toujours mêmes bons effets. J'ai même été jusqu'à agir ainsi pour calmer les douleurs atroces que causait chez une femme un gros abcès chaud de la région parotidienne en voie de formation, formation que tous les calmants internes ou externes avaient en vain combattu. Là encore, je soulageai ma malade, à mon grand étonnement, car je m'attendais plutôt à une exacerbation de douleur en injectant dans des tissus déjà distendus, un liquide qui allait augmenter encore cette distension et la pression de dedans en dehors qu'ils subissaient.

Je pourrais citer plus en détail, comme je l'ai fait pour la première, les observations fort nombreuses des malades et des maladies traités par cette méthode, mais je ne pensais pas faire cette communication aujourd'hui, et, pris à l'improviste il n'y a que quelques instants, je n'aurais pas même eu le temps de l'écrire. D'ailleurs, ce qui est le plus important, c'est de savoir que l'élément douleur sera désormais attaqué et terrassé par vous partout où vous le rencontrerez dans votre carrière, et quelle qu'en soit la cause, par ce moyen simple, facile et d'une innocuité parfaite.

N'allez pas craindre, comme on l'a observé avec les injections de morphine quelquefois, ou de narcéine, ou d'aconitine, ou d'atropine, soit des phlegmons, soit des abcès limités, superficiels, profonds et étendus, jamais je n'ai observé ces accidents, et Dieu sait les grammes d'eau que j'ai ajoutés à ceux des tissus de mes clients, depuis que je pratique ce procédé. Jamais le plus petit accident, jamais le plus petit mécompte, au point de vue de la santé générale, quelquefois dans des cas très-rebelles, des résultats insignifiants, mais jamais d'accidents à regretter comme avec la morphine, dont je parlerai tout à l'heure. Il faudrait, je crois, pratiquer des injections sur tout le corps et décoller toute la peau pour avoir quelque complication à déplorer. Au moment même de l'injection, il se produit un sentiment de brûlure assez intense chez le sujet, que chacun traduit suivant sa susceptibilité ou ses appréhensions, mais qui s'évanouit aussitôt. La bosselure, résultat de l'injection, disparaît tantôt au bout de quelques minutes, tantôt au bout de quelques heures, quelquefois elle laisse une petite induration à sa place qui persiste quelques jours, mais elle n'est pas douloureuse le

moins du monde. D'autrefois il se produit, sitôt après l'injection, au lieu d'une bosselure circonscrite, une boursouflure de la peau autour de l'endroit injecté, qui s'étend à plusieurs centimètres, ressemblant au soulèvement de l'urticaire, et avec une coloration livide qui pourrait effrayer et aurait plus d'une fois effrayé le malade s'il y avait pris garde, mais cette boursouflure ne signifie rien, sinon sans doute que le lacis de la peau est plus ou moins serré chez l'un ou chez l'autre, et laisse par conséquent plus ou moins facilement le liquide injecté faire comme la tache d'huile ou se répandre comme une hémorrhagie interstitielle des capillaires dans l'ecchymose, par exemple, à la suite d'une contusion. J'ai même remarqué que la douleur de l'injection était moins vive lorsque ce phénomène ne se produisait pas que dans les cas où l'eau injectée forme une bosselure peu étendue mais plus élevée. Il serait maintenant intéressant d'expliquer comment l'eau simple, ce liquide devenu désormais médicament que nous trouvons tout préparé et abondamment préparé dans le grand laboratoire de la nature, produit de si merveilleux effets, car l'eau pure, je ne l'ai peut-être pas encore dit, l'eau pure produit exactement les mêmes effets que l'eau distillée, et doit même lui être préférée, puisqu'il est bien plus facile de se la procurer. Le processus, en effet, à l'aide duquel l'état normal est rappelé, la douleur chassée et le calme reparu, est tout bouleversé. Tous les bons effets constatés avec la morphine, lorsque la solution injectée en contenait, étaient jetés sur son compte, mais là il n'y en a plus, et pourtant le soulagement existe, et il existe souvent complet, immédiat et indéniable. Comment cela se fait-il ? Quelques praticiens, et entre autres le Dr Bonnemaison, professeur de clinique chirurgicale à Toulouse, avec lequel j'en causais récemment, avaient, à ce qu'il m'a dit, il y a déjà longtemps, constaté le fait relaté dans ses leçons cliniques, et déclaré, avec beaucoup d'autres sans doute, qu'on doit tout attribuer, dans ce cas, à l'impression morale ressentie par le malade à la vue de l'opération qu'il allait subir. Cette opinion peut être vraie dans les cas où on tombe chez un malade pusillanime qui tremble à l'idée d'une piqûre d'épingle, mais j'ai fait souvent la piqûre sans prévenir le malade, sans qu'il me voie, sans qu'il se doute de ce que j'allais faire, et les mêmes bons effets se sont toujours produits. Ce n'est donc pas l'impression morale qu'il faut invoquer, hormis quelques exceptions. J'ai pensé que tout ce cortège de consolants symptômes pouvait être attribué à la paralysie des anses terminales des filets nerveux sensitifs, par suite de la compression qu'ils subissaient par le liquide injecté, se créant une place là où il n'y en avait pas, ou à la situation subite de ces mêmes filets nerveux dans un milieu liquide inaccoutumé qui, par absorption, par imbibition, comme vous voudrez, les

rendait impropres à ressentir ou à conduire la douleur. Donc, dans un cas, compression d'un filet nerveux agissant comme agirait sa section, dans l'autre, perte de sensibilité du nerf, perte de cette propriété inhérente à lui-même, par suite de sa présence momentanée dans un milieu liquide; telles seraient, je crois, les raisons pathognomoniques rationnelles que l'on peut invoquer; telles sont, dans tous les cas, celles auxquelles, jusqu'à nouvel ordre, je dois me rallier pour expliquer ce curieux et merveilleux phénomène tout à la fois.

Je suis maintenant tout naturellement amené à parler des injections de morphine, qui ont précédé les injections d'eau simple, qui sont les sœurs aînées, et je ne puis faire autrement que de les comparer.

Que fait donc la morphine en injections sous-cutanées? Pour répondre vite, nous dirons qu'elle agit, n'agit pas ou agit trop, c'est-à-dire qu'elle soulage, ne fait rien, tue ou peut tuer. D'habitude, sur un sujet dont la susceptibilité n'est pas connue, c'est-à-dire sur celui auquel, pour la première fois, on applique ce moyen, comme on a toujours une certaine appréhension, on injecte d'abord une faible dose, 1, 2 ou 3 centigr. au plus, dans une solution aqueuse, et voici quels phénomènes se produisent, comment ils se succèdent :

S'il est d'une impressionnabilité ordinaire, en dehors de la sensation de brûlure, inévitable résultat mécanique de l'injection elle-même, de la présence brusque et forcée, comme je l'ai dit, d'un liquide étranger dans les tissus où il se fait une place, avec *deux* centigr. l'action se produit immédiatement. Elle consiste, comme on le sait aussi, d'abord en une anesthésie loco dolenti assez complète, souvent accompagnée d'un sentiment de congestion du côté du cerveau, d'un léger trouble du côté de la vision, comme si une gaze légère passait devant les yeux; d'une légère moiteur sur tout le corps, principalement sur les fosses temporales, la paume des mains, et, pour une durée qui varie entre trois et huit heures, l'effet attendu désiré est produit, le malade devient tranquille, il a à peine conscience de la douleur qu'il ressentait avant l'injection.

S'il est dur à l'action de ce sel à cette dose, il ne ressent rien que la douleur de la piqûre jointe à celle qu'on voulait combattre, il faut recommencer de nouveaux frais, augmenter prudemment et modérément la dose, jusqu'à production de l'action désirée. On se heurte souvent contre son indocilité éveillée par le souvenir de la sensation désagréable et infructueuse que vous lui avez occasionnée, et vous avez perdu du terrain dans la considération de votre malade. Mais s'il est, comme il arrive malheureusement trop souvent, comme il m'est arrivé à moi-même, d'une sensibilité inouïe, extraordinaire, à l'action de ce médicament, il se produit aussitôt des symptômes d'empoisonnement qui n'ont rien de plaisant pour le malade et pour le médecin.

Tel supportera gaillardement 2, 3, 4, 5, 6 centigr. et même, chose prodigieuse, *un gramme* de chlorhydrate, comme je l'ai vu, de mes propres yeux vu, en 1872, chez un malade, pendant ma dernière année d'externat chez M. Hérard, à l'Hôtel-Dieu ; tel autre sera bouleversé avec 1 centigr. Cet homme, auquel je fais allusion, âgé de 50 ans environ, avait une tumeur abdominale généralisée, dont le caractère, la forme et lieu précis d'élection n'ont, de mon temps du moins, jamais bien été diagnostiqués ; il avait cependant, pour être fixé là-dessus, couru tous les services hospitaliers cliniques ou non, médicaux ou chirurgicaux, et comme de temps à autre il souffrait horriblement, il s'injectait de la morphine. Au bout de peu de temps, les doses médicales ne lui suffirent plus, et il était arrivé sans inconvénient et pour obtenir un soulagement relativement faible jusqu'à s'injecter le gramme dont j'ai parlé. Comme Mithridate, il était habitué au poison, mais il arrivera qu'un beau jour il y aura des accumulations non éliminées qui l'empoisonneront définitivement. Mais, pour en revenir à mon sujet principal, il peut arriver encore dans les injections morphinées que la solution employée soit ancienne, qu'elle ait été exposée à l'influence de la lumière dans des flacons de verre blanc mal bouchés, circonstance qui favorise sa décomposition, ou qu'elle vienne de préparateurs différents plus ou moins consciencieux, l'un fraudant, l'autre ne fraudant pas, plus ou moins habiles ou fidèles à suivre les procédés opératoires adoptés, etc., etc., etc., comme M. Lande, médecin à Bordeaux, vient de le constater cet hiver dans son service à l'hôpital, à propos du chloral et d'une tétanique. La morphine elle-même se décompose-t-elle sous l'influence de milieux atmosphériques accidentels ou permanents ? Je n'en sais rien. Il y a là un *quid ignotum* que je serais heureux d'éclaircir ; quoi qu'il en soit, on ne peut toujours nier que les accidents observés tiennent au médicament et non à l'individu lorsque, à dose médicale, avant la possibilité de toute espèce d'accumulation, nous les observons tout à coup en changeant notre solution pour une autre nouvelle mêmement titrée mais provenant d'une source nouvelle. Je ne suis pas précisément chimiste quoique docteur, et je n'ai jamais cherché à vider cette question de chimie par moi-même, car il est probable que j'aurais travaillé en vain, mais il y a des chimistes de par le monde, peut-être même au milieu des auditeurs qui m'écoutent, et je leur soumets cette petite question. Je leur soumets la difficulté, et en attendant la solution, je leur soumets aussi mes petites injections d'eau simple, mon petit moyen inoffensif de faire toujours du bien et jamais de mal, car le plus grand mal qu'on puisse faire c'est de ne rien faire du tout.

Cela dit, messieurs, faut-il faire le procès en règle aux injections de

morphine, dire qu'elles ne valent rien et les autres tout ? Non ; je trouverais trop de contradicteurs ou d'adversaires et je ne dirais pas ce que je pense. Depuis le signal et l'exemple donnés, il y a une quinzaine d'années, je crois, par M. Béhier, elles sont passées dans le domaine de la saine pratique et tiennent une place imposante dans la science ; peut-être ont-elles été trop à la mode pendant un moment où on entendait de tous côtés de petites personnalités nerveuses ou agacées, s'écrier à tout propos : « Docteur, docteur, vite une injection, je souffre, j'ai ma névralgie, etc., etc. » Mais, à part cela, elles ont rendu, rendent journellement et rendront, employées par des mains expérimentées, des services importants et ce serait mal à moi de les battre en brèche. Quand une méthode est bonne, en trouverait-on une meilleure, ce n'est pas une raison pour oublier, renier ou critiquer l'ancienne outre mesure, comme croient devoir le faire certains écrivains, non, certainement. Ce procédé n'est ni juste ni logique, le progrès est prompt ou lent, mais quelle que soit sa marche, je suis de ceux qui pensent qu'on doit toujours respecter les étapes par lesquelles il passe, en se rappelant que le progrès d'aujourd'hui n'est que le résultat de celui d'hier, que nous mangeons aujourd'hui le pain et la viande parce que nous avons bu le lait de notre mère autrefois.

Ceci posé, messieurs, cette comparaison établie entre deux procédés à peu près égaux, bons tous les deux, mais dont l'un à mon sens et au sens de tous, je l'espère, est bien meilleur, puisque l'un est toujours bon sans être jamais dangereux comme l'autre, puis-je hardiment conseiller de préférer l'eau simple à la morphine ? Cette dernière, en effet, ressemble trop à une dame qui a ses moments non raisonnés de trop grosse humeur ou de trop vive tendresse à l'égard de ceux qu'elle aime ou qu'elle n'aime pas, et force toujours le médecin à être en accord de trémolo, quand il s'approche d'elle, ou lui demande un service ? Je le crois avec vous, n'est-ce pas, et c'est ce que je fais. En tous points d'ailleurs, ce procédé n'est-il pas (pour terminer, permettez-moi cette comparaison humouristique) en conformité avec l'heure, par exemple, à laquelle nous vivons ? Nous sommes dans un siècle de survie, où tout se fait à la vapeur ou à l'électricité, où ces deux forces nouvelles et puissantes bouleversent les deux mondes, comme les vents et les orages bouleversent notre atmosphère. La machine humaine est presque toujours à son maximum de tension ; un fil, d'un bout de l'univers à l'autre, transmet notre pensée aussi vite qu'elle a jailli de notre cerveau ; avec une rapidité inimaginable une bulle de vapeur transporte nos personnes sous toutes les latitudes et sur deux éléments ; nous vivons vite, nous passons vite, nous agissons vite, et puisque nous nous tuons vite aussi, accueillez avec moi, messieurs, ce procédé de guérison

rapide, nous pourrons montrer ainsi que la médecine, sans cesse accusée de ne pas suivre le progrès, de se traîner toujours, comme une phthisique à l'automne, derrière les autres sciences, a aussi dans certains cas ses moyens de guérir vite.

M. LE Dr L.-HENRY PETIT
De Paris.

DE LOCIS MINORIS RESISTENTIÆ

— Séance du 20 août 1875. —

Les *loci minoris resistentiæ*, les lieux de moindre résistance, sont des points du corps qui ont été, à un moment donné, le siége d'une affection quelconque, traumatique ou spontanée, inflammatoire, etc. L'affection guérie, la fonction et la forme de l'organe malade paraissent plus ou moins bien rétablies, mais la guérison parfaite, la *restitutio ad integrum,* n'a jamais lieu ; et si, aux points de vue de l'anatomie grossière et de la physiologie, la lésion semble parfois avoir disparu complétement, il n'en reste pas moins dans les éléments histologiques des modifications durables que le microscope, à défaut de nos yeux, pourrait nous révéler.

Ce reste permanent d'une lésion antérieure constitue, pour l'organe qui en a été le siége, une tare, et c'est de cette tare, de ce *locus minoris resistentiæ*, que nous nous proposons d'étudier le rôle dans l'étiologie des affections chirurgicales.

Comme les observations que nous possédons ont trait, pour la plupart, à la syphilis, c'est par cette diathèse que nous allons commencer notre examen.

Obs. I. — Sarcocèle du testicule survenue chez un syphilitique plusieurs années après une orchite et une hydrocèle du côté correspondant du scrotum.

Un homme de 45 ans environ fut reçu à l'hôpital de la Pitié dans les premiers jours de 1875. C'était un ouvrier robuste, paraissant jouir de la meilleure santé. Il présentait dans la partie droite du scrotum une tuméfaction presque complétement indolente et qui offrait des caractères insolites. La peau, à la partie antérieure et médiane, était rouge, épaissie, adhérente aux couches sous-jacentes dans une étendue de plusieurs centimètres. Au centre de cette tuméfaction, existait un point ramolli, rappelant exactement les abcès qui se forment dans le testicule tuberculeux. A la partie postérieure de la tumeur, et surtout du côté de la cloison, on sentait une induration du volume d'un œuf de pigeon, qui répondait manifestement à l'épididyme. En explorant la tumeur par le côté externe, on arrivait enfin à travers une mince couche de liquide sur le testicule lui-même, distinct à la fois et de l'induration cutanée antérieure et de l'induration postérieure correspondant à l'épididyme.

Ce testicule, augmenté d'un tiers environ de son volume, était dur, bosselé, tout à fait indolent au toucher ; le cordon était entièrement sain. On pouvait penser au premier abord à une tuberculisation de l'épididyme en voie de ramollissement partiel, mais diverses circonstances plaidaient contre cette hypothèse : d'abord l'excellent état du sujet, puis l'intégrité absolue des poumons, de la prostate, des vésicules séminales, et enfin de l'épididyme de l'autre côté. Il est bon, d'ailleurs, d'observer que le foyer de ramollissement répondait à la partie antérieure, c'est-à-dire au côté le plus éloigné de l'épididyme. La difficulté du diagnostic fit rechercher dans les antécédents une autre étiologie. Or, six ans auparavant, le malade était entré à l'hôpital de la Pitié pour une hydrocèle qui siégeait précisément à droite, du côté où, plusieurs années auparavant, s'était développée une orchite blennorrhagique.

L'opération de l'hydrocèle avait été faite par l'injection iodée et n'avait présenté aucun incident notable.

En sortant de l'hôpital, le malade avait contracté un chancre infectant à l'union du prépuce et du gland ; ce chancre avait été suivi d'une syphilis régulière de médiocre intensité, et dont les manifestations avaient disparu à la suite d'un traitement de quelques semaines.

Près de six ans s'étaient passés sans manifestations diathésiques ; c'était depuis deux mois à peine que le malade avait constaté le gonflement du testicule, qui lui causait seulement un peu de gêne en travaillant. M. Verneuil porta le diagnostic suivant : coïncidence d'un testicule vénérien et d'un noyau épididymaire indélébile, suite d'orchite blennorrhagique, et induration gommeuse des parois scrotales. Il annonça que si ce diagnostic était exact, on verrait disparaître sous l'influence du traitement deux de ces lésions, celles qui affectaient le testicule et le scrotum, et que le noyau épididymaire, qui n'était point syphilitique, persisterait.

Le traitement agit précisément dans ce sens. Sous l'influence des frictions mercurielles sur les bourses et de l'iodure de potassium à l'intérieur, le point ramolli ne suppura pas ; les téguments et les testicules reprirent leur consistance normale en trois semaines environ.

Nous avons rapporté cette observation dans tous ses détails, pour bien faire ressortir la relation qui existe entre les deux premières affections du malade, l'orchite et l'hydrocèle, et la troisième, le sarcocèle syphilitique. D'abord l'orchite laisse au testicule un noyau induré, puis l'hydrocèle accentue davantage la lésion ; survient enfin la syphilis, qui, à sa période tertiaire, se manifeste sur le testicule et les parois scrotales autrefois malades. Et il nous a été clairement démontré par l'interrogation du sujet, que ces manifestations tertiaires étaient les premières, car il n'y avait pas encore eu de gomme en aucun autre point du corps.

Ne voulant pas abuser de l'attention que la société veut bien nous accorder, nous citerons plus brièvement le fait suivant, qui présente du reste avec le précédent une certaine analogie.

Obs. II. — D. Henri, 33 ans, entre le 24 avril 1874, à la Pitié, salle Saint-Louis, n° 6, pour une tumeur du testicule.

Cet homme eut, 2 ans auparavant, un chancre à la verge, accident qui fut suivi de maux de gorge, d'éruption à la peau, de croûtes dans les cheveux, etc. La syphilis était évidente; un médecin fit prendre au malade des pilules pendant deux mois, et les manifestations syphilitiques disparurent.

Un an après. D. contracte une blennorrhagie à la suite de laquelle vient une orchite ; celle-ci guérit, mais il resta toujours un petit noyau d'induration sur l'épididyme.

Trois semaines avant d'entrer, D. s'aperçut que son testicule regrossissait, sans

être aussi douloureux que la première fois. L'augmentation de volume continua et détermina le malade à venir réclamer les soins de M. Verneuil.

L'interrogation du malade, en faisant connaître les antécédents que nous venons de rapporter, et le souvenir de l'observation précédente, mirent rapidement le chirurgien sur la voie du diagnostic; c'était aussi un sarcocèle syphilitique, qui avait pris place à côté d'un reliquat d'inflammation ancienne.

On fit des frictions d'onguent napolitain sur la tumeur, on donna à l'intérieur de l'iodure de potassium, et au bout d'un mois D. sortait guéri.

Nous avons rapporté, dans notre thèse du doctorat (1), plusieurs cas de ce genre que nous ne ferons que signaler ici.

Dans l'un d'eux, dû à Delpech, une ulcération s'empare de la cicatrice d'une rhinoplastie, six mois après l'opération. L'aspect de l'ulcération n'avait rien de caractéristique, mais, prenant en considération les antécédents de son opéré, qu'il savait atteint de la syphilis, Delpech pensa que la syphilis était la cause de tout le mal et administra le mercure. L'ulcère guérit, quoique avec lenteur, par ce seul traitement (2).

L'observation 53 de notre thèse a trait à un malade qui fut d'abord soigné dans le service de M. Verneuil, pour un écrasement du gros orteil. Cet homme avait en même temps un chancre infectant. Il sortit guéri de son pied et sans avoir présenté encore de manifestation secondaire. Mais lorsque les syphilides ulcéreuses survinrent, ce fut sur l'orteil écrasé quelques mois auparavant qu'on les observa d'abord, et en plus grand nombre que partout ailleurs (3).

Dans l'observation 55, nous voyons une gomme prendre naissance sur un tibia atteint d'abcès sous périostique 20 ans auparavant et qui avait parfaitement guéri (4).

M. Berger a consigné dans sa thèse d'agrégation un fait non moins intéressant, dû à M. Fournier.

Un jeune homme, qui avait contracté la syphilis il y a 6 ans, fut atteint, trois ans après, d'un coup de feu qui lui brisa les deux premières côtes et la clavicule; les fractures se consolidèrent néanmoins sans difformité; mais, dans le courant d'avril 1875, il apparut sur le tibia une périostose et le foyer de la fracture ancienne devint en même temps le siége d'une tuméfaction qui atteignit le volume de 4 doigts. L'iodure de potassium fit disparaître complétement ce gonflement (5).

Dans tous ces faits, nous avons vu la syphilis se fixer sur un point qui avait été antérieurement le siége d'une inflammation ou d'un traumatisme. Mais, d'après M. Fournier, ces conditions ne seraient pas tou-

(1) *De la syphilis dans ses rapports avec le traumatisme.* 1875.
(2) P. 90.
(3) Op. cit. p. 92.
(4) *Id.*, p. 96.
(5) Berger. *De l'influence des maladies constitutionnelles sur la marche des lésions traumatiques.* 1875. p. 106.

jours nécessaires pour faire d'un organe un *locus minoris resistentiæ.*

En effet, dans des leçons sur la *syphilis cérébrale,* professées récemment à l'hôpital de Lourcine et en voie de publication, M. Fournier cite plusieurs cas dans lesquels cette affection s'est développée chez des syphilitiques à la suite d'excitations cérébrales vives et souvent répétées.

Après des émotions violentes, produites par la guerre de 1870 et la Commune, après des excès vénériens qui avaient suivi le mariage, des sujets ont été atteints d'accidents cérébraux dus évidemment à la syphilis, car ils ont cédé à l'administration de l'iodure de potassium. Et M. Fournier pense que c'est parce que le cerveau était devenu dans ce cas *locus minoris resistentiæ,* que la syphilis s'y était fixée.

Ce que nous venons de dire de la syphilis ne lui est pas exclusif; car nous allons voir que d'autres états généraux peuvent agir de la même manière sur une lésion ancienne.

Nous trouvons en effet dans la thèse inaugurale de M. Nony, soutenue en 1874, plusieurs faits dans lesquels la tuberculose, la septicémie, la grossesse, la pneumonie, ont retenti sur d'anciennes blessures.

Dans un cas, sous l'influence de la tuberculose, il se forme à la fesse, au niveau d'une ancienne contusion, une collection purulente, et le grand trochanter sous-jacent finit par se nécroser (1).

Sous l'influence de ce même état général, il se produisit, dans un autre cas, un abcès à la partie inférieure du fémur, point qui 32 ans auparavant avait été le siége d'une affection inflammatoire (2).

M. Richelot a publié dans l'*Union médicale* de 1873 (3), une observation des plus intéressantes dans laquelle une ancienne fracture, chez une malade atteinte de septicémie, devint le siége d'une périostite phlegmoneuse intense. Les abcès métastatiques, qui sous l'influence de la diathèse purulente se manifestent ordinairement au hasard, en tout point du corps, avaient trouvé dans l'ancienne fracture un terrain favorable à leur évolution et s'y étaient manifestés dès le début.

La grossesse, dont les rapports avec les lésions traumatiques ont été bien étudiées depuis quelques années, paraît jouir du même privilége que les états généraux graves précédents.

Une femme qui à l'âge de 11 ans avait eu une affection inflammatoire du genou de longue durée devint enceinte pour la première fois à 17 ans; il survint alors un gonflement du même genou et une inflamma-

(1) Nony. *Retour de l'inflammation dans les lésions osseuses anciennes, à la suite d'un état général grave*. Thèse 1874, p. 7.

(2) Nony, p. 10.

(3) Numéros de mars.

tion de l'extrémité inférieure du fémur. A 20 ans, à 23 ans 1/2, nouvelles grossesses qui ramenèrent des accidents inflammatoires de plus en plus graves dans le genou autrefois malade (1).

Le rhumatisme, autre état général, a donné lieu à un fait du même ordre chez un malade du service de M. Verneuil. Après avoir envahi plusieurs jointures, il n'y séjourna guère qu'un jour; mais il détermina une hydarthrose du genou gauche, et le membre inférieur de ce côté était précisément atrophié depuis l'enfance.

Cette atrophie d'un membre dénote évidemment une vitalité moindre, partant moins de résistance aux influences morbides. Nous possédons d'ailleurs une autre observation dans laquelle il survint une carie des os du tarse chez un malade dont le membre inférieur correspondant était également atrophié depuis la naissance.

Pour en finir avec le rhumatisme, disons encore qu'on peut voir en ce moment dans le service de M. Verneuil, à la Pitié, un malade qui, atteint d'un rhumatisme généralisé en 1864, eut à deux reprises différentes, en 1867 et 1875, une hydarthrose du genou droit, à la suite d'une légère entorse du coude-pied.

Un état général grave, quoique passager, ne serait pas non plus sans influer sur une lésion ancienne, si nous en croyons les deux faits suivants, dont le premier est encore emprunté à la thèse de M. Nony.

Un alcoolique se fait en 1869 une fracture de l'extrémité inférieure de la jambe, qui guérit bien.

Trois ans après, il contracte une pneumonie double, à la suite d'un refroidissement. Il survient alors de la douleur et de l'empâtement au niveau du siége de l'ancienne fracture. Le malade meurt, et à l'autopsie on trouve en ce point tous les signes d'une périostite (2).

La seconde observation est plus curieuse encore. Il s'agit ici d'un goître qui, stationnaire pendant 34 ans, augmenta rapidement de volume et devint le siége d'une thrombose des veines thyroïdiennes à la suite de l'inflammation d'un kyste de l'ovaire.

Nous ne pouvons terminer cette revue sans signaler l'observation remarquable que rapporte M. Cauchois dans sa thèse inaugurale, et dans laquelle des hémorrhagies supplémentaires des règles se sont produites par un point blessé antérieurement.

Dans ce cas, l'hémorrhagie eut lieu par une plaie de la région deltoïdienne, résultant d'une contusion et datant de trois ans; il s'était formé en ce point une croûte qui tombait à l'époque menstruelle et livrait passage au sang (3).

(1) Nony. op. cit., p. 26.
(2) Nony, op. cit., p. 29.
(3) *Pathogénie des hémorrhagies*. 1873. p. 138.

Si nous jetons un regard sur les observations précédentes, nous voyons que la syphilis, le rhumatisme, se sont manifestés de préférence sur des points antérieurement malades ; — que la tuberculose, la grossesse, la septicémie, la pneumonie, etc., ont provoqué des inflammations dans des points qui avaient été autrefois le siége de phlegmasies ; — qu'enfin des hémorrhagies se sont produites par une plaie ancienne.

Nous pouvons maintenant, à ces faits peu connus pour la plupart, en ajouter d'autres qui sont plus communs et rechercher l'importance qu'il faut accorder au *locus minoris resistentiæ*, considéré comme cause d'une affection locale développée à la suite d'une affection générale.

On sait que dans la variole l'éruption est le plus confluente aux endroits dénudés par un vésicatoire ; on sait encore que chez les goutteux un point blessé devient le siége de prédilection des tophus.

Virchow dit en outre : « Il se développe plus tard des tumeurs dans les points qui ont été antérieurement le siége d'une maladie réelle de l'individu. Ainsi il est bien établi que les cicatrices sont, dans certaines circonstances, le point de départ positif du développement de tumeurs (excroissances, kéloïdes, gommes, etc.) » (1).

Ces accidents auxquels sont sujettes les cicatrices sont bien connus ; mais nous croyons que l'idée de prédisposition ne doit pas se renfermer dans un cadre aussi restreint ; qu'elle peut s'appliquer non-seulement aux tumeurs, mais à toutes les manifestations des affections générales, et qu'on peut dire, par exemple :

Une affection générale quelconque, *in actu,* retentit de préférence sur les points qui ont été autrefois le siége d'une lésion.

Et, en parlant des points antérieurement lésés, nous croyons encore qu'il faut étendre ce que disait Virchow des cicatrices à tous les points qui ont été autrefois malades d'une façon quelconque. Ne peut-on, en effet, assimiler à un tissu cicatriciel l'état dans lequel se trouvent, après leur guérison, une jointure enflammée, un os fracturé ? Il y a là des éléments de la nouvelle formation qui n'ont pas la même vitalité que les autres, et qui résisteront moins que ceux-ci à l'action d'une affection prenant possession de tout l'organisme.

Ces idées nous paraissent devoir jeter quelque lumière sur une question très-controversée encore, celle de la dégénérescence des tumeurs. On sait ce que l'on entend par ce mot. Une tumeur, restée bénigne pendant un certain temps, pourrait devenir maligne, changer même de structure, etc. Plusieurs auteurs très-recommandables, M. Broca entre autres, se refusent à admettre ces métamorphoses histologiques. On a

(1) *Pathologie des tumeurs*. Trad. Aronssohn. T. I, p. 62. 1867.

même été plus loin, et le savant chirurgien que nous venons de citer est fort disposé à admettre avec Paget que les tumeurs bénignes sont moins sujettes au cancer que les tissus auxquels elles ressemblent (1).

Nous sommes, pour notre part, assez porté à croire que le cancer peut se localiser sur un point antérieurement malade, au même titre que la syphilis et le rhumatisme ; c'est, du moins, la seule interprétation qui puisse convenir aux cas suivants, où une tumeur cancéreuse a pris la place d'une tumeur d'origine vénérienne.

Obs. I. — M. X. contracte la syphilis en 1859 ; il suit un traitement pendant plusieurs mois, et les accidents disparaissent.

En 1873, survient un sarcocèle du testicule, qui guérit après 2 ou 3 mois de traitement par le mercure et l'iodure de potassium, mais en laissant des traces d'induration.

Plusieurs mois plus tard, nouvelle tuméfaction du même testicule avec hydrocèle. Le traitement spécifique est repris, mais inutilement ; le testicule grossit de plus en plus, il se forme un abcès gazeux des bourses. La tumeur, devenue énorme, est enlevée en septembre 1874 par M. Péan. C'était un encéphaloïde type avec kyste central. Les suites de l'opération furent des plus simples, la cicatrisation hâtivé ; mais l'état général resta mauvais ; il survint de l'œdème des membres inférieurs, de l'oppression, signes évidents d'une récidive dans les viscères, et 4 mois après l'opération, le malade mourut.

Mazzoni rapporte dans sa clinique chirurgicale de 1874 une observation dans laquelle un homme, affecté d'orchite à 22 ans, fut atteint, 18 ans plus tard, d'un cancer qui siégea justement sur le testicule autrefois malade. Il était toujours resté après l'orchite une légère augmentation du volume du testicule (2).

Il nous paraît très-logique d'admettre que, dans ces deux cas, le cancer s'est développé là précisément où le terrain, préparé par une affection antérieure, était le plus favorable à son évolution. Cette hypothèse nous semble justifiée encore par le fait suivant, que nous a communiqué M. Verneuil :

Une femme de 45 ans environ présentait depuis plusieurs années, lorsque je la vis, une tumeur du sein, qui était manifestement un squirrhe. La malade était alors arrivée au dernier terme de la cachexie, et il n'y avait rien à faire. Mais elle attira mon attention sur une lésion située à la partie supérieure de la cuisse droite, et dont elle souffrait beaucoup. Elle m'apprit alors qu'habituellement, au moment de ses règles, il survenait au point indiqué une petite éruption de cinq ou six vésicules d'herpès, lesquelles disparaissaient au bout de 2 ou 3 jours, sans laisser d'autres traces qu'une légère coloration rouge de la peau.

Il y a six mois environ, l'éruption se montra comme de coutume, mais la guérison ne s'effectua pas. Les vésicules, loin de se sécher, continuèrent à fournir du liquide, puis les ulcérations s'agrandirent, se réunirent, se creusèrent, et finalement il en résulta une ulcération qui offrait tous les caractères de l'ulcère cancéreux.

(1) Broca, *Traité des tumeurs*, t. I, p. 180.

(2) *Anno secondo di Clinica chirurgica*, Rome, 1874, p. 121.

Il nous semble qu'ici, comme dans les cas précédents, il y a autre chose qu'une simple coïncidence, et que nous avons un exemple de plus d'un fait très-contesté et encore très-rare: la prédisposition que fournit au développement du cancer une lésion locale antérieure à son apparition.

Nous pouvons maintenant tirer la conclusion de tous ces faits et dire : *Un point du corps antérieurement malade et paraissant guéri est apte à devenir, sous l'influence d'un état général grave, le siége d'une nouvelle affection.*

Le nombre déjà considérable de faits que nous avons pu recueillir en peu de temps nous porte à croire qu'ils ne doivent pas être rares, et qu'on en observera beaucoup d'autres lorsqu'on voudra les rechercher. Et il faudra dès lors, lorsqu'on écrira l'étiologie des maladies chirurgicales, réserver un paragraphe particulier au *locus minoris resistentiæ* parmi les causes locales prédisposantes de ces affections (1).

M. Claude BERNARD

Membre de l'Académie des sciences et de l'Académie française.

SUR L'ACTION DU CURARE

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 20 août 1875. —

M. Cl. Bernard fait devant les membres de la section une intéressante série d'expériences sur l'action du curare sur les animaux et principalement sur la grenouille.

---

(1) Les observations auxquelles il est fait allusion dans ce travail ont été publiées avec plus de détails dans la *Gazette hebd. de méd. et de chim.*, 5 nov. 1875, p. 706.

Dr LANCEREAUX

Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris.

SUR LA MALADIE DE BRIGHT

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 21 août 1875. —

M. le docteur LANCEREAUX montre que les notions acquises sur les désordres du rein, connues sous le nom de maladie de Bright, sont demeurées obscures jusqu'à l'intervention du microscope dans les recherches anatomo-pathologiques. Grâce à celui-ci, les lésions multipliées et différentes des reins formant le complexus de la maladie de Bright ont été étudiées convenablement et classées avec méthode; puis les cliniciens, recherchant à leur tour les expressions symptomatiques de ces divers troubles organiques, ont achevé de porter la clarté dans cette question. C'est ainsi qu'aujourd'hui on peut dire que la maladie de Bright, en tant qu'entité morbide, n'existe pas et qu'il faut dresser le tableau isolé anatomique et clinique de chacune des formes pathologiques englobées sous ce nom.

Il propose le tableau suivant :

1° Néphrites conjonctives dites interstitielles....	Primitives.....	Goutte ; plomb ; rétrécissement congénital de l'aorte ; lésions artérielles.
	Consécutives..	Obstacles divers à l'émission de l'urine sans suppuration vésicale ; cancer utérin, tumeurs fibreuses de l'utérus.
2° Néphrites épithéliales, dites parenchymateuses.....		Froid humide ; scarlatine ; fièvres éruptives ; diphthérie ; choléra.
3° Dégénérescences graisseuses, stéatoses rénales.....		Alcool ; phosphore ; fièvre jaune ; ictère grave.
4° Dégénérescence amyloïde..		Suppuration prolongée ; cachexies diverses.

La justification de ce tableau et de ses divisions se trouve dans l'étude anatomique et pathologique des cas.

Ainsi, on sait déjà que dans le rein les tissus principaux sont d'origine différente, l'épithélium des canalicules provient du feuillet interne, tandis que le tissu conjonctivo-vasculaire interstitiel est formé par le feuillet moyen du blastoderme ; le premier tissu sert à la fonction, le second à la nutrition de l'organe.

Or, chacun de ces tissus offre aux influences morbides une susceptibilité différente ; ils ne sont affectés ni uniformément ni simultanément, et en poursuivant

leur étude minutieuse, on arrive à trouver insuffisante la distinction des pathologistes en gros rein blanc et en petit rein contracté.

Tantôt la trame interstitielle est malade et tantôt c'est l'épithélium, quoique plus tard un certain mélange des altérations de ces deux tissus puisse être observé. Aussi la séparation des néphrites en conjonctives ou interstitielles et en épithéliales est-elle fondamentale.

Il faut encore subdiviser la néphrite conjonctive en primitive et en consécutive. La première survient dans plusieurs états maladifs, dont elle est la manifestation, la localisation, par exemple la goutte et le saturnisme, ou en coïncidence avec des lésions artérielles : l'étroitesse congénitale de l'aorte ; l'inflammation et les altérations séniles des parois vasculaires de ce même vaisseau et des artères rénales. Dans ces cas, le processus morbide se termine par un état granuleux ; si, au contraire, la néphrite est consécutive, le rein reste toujours lisse.

Quelle est la lésion ? Dans l'intervalle des tubuli corticaux se développent des éléments embryonnaires arrondis, faisant comme une petite tache blanche grisâtre au milieu de points rosés congestionnés ; puis ces éléments se constituent en tissu fibreux qui se rétracte et atrophie le rein en étouffant par compression les canalicules et les corpuscules, qui s'altèrent alors consécutivement. Quelques-uns de ces tubes cependant s'élargissent au centre moins comprimé de ces îlots malades peut-être par une sorte d'hypertrophie compensatrice.

Quels sont les symptômes ? Évolution lente, début insidieux, presque toujours méconnu ; le malade est essoufflé ; il urine en plus grande abondance, soit spontanément, soit sous l'influence de quelques substances, comme le café ; il pâlit et perd un peu de forces. Cela peut durer plusieurs années. L'urine est pâle, peu dense, 1,005 à 1,009, et l'acide nitrique y dénote une quantité modérée d'albumine, en même temps qu'une légère teinte rosée. Le cœur ne tarde pas à s'hypertrophier, et souvent cet organe absorbe toute l'attention du médecin. Arrive la céphalée, l'insomnie, enfin tardivement des convulsions, le coma et la mort ; cependant la terminaison fatale est reculée parfois par des vomissements ou des diarrhées qui éliminent au dehors les matières excrémentitielles que l'insuffisance fonctionnelle du rein fait s'accumuler dans le sang. N'oublions pas enfin que dans la dernière phase seulement on observe quelquefois l'hydropisie.

Le tableau de la *néphrite épithéliale* est différent. L'épithélium est primitivement lésé, tandis que la trame interstitielle reste intacte ; cet épithélium se gonfle, devient blanchâtre, granuleux, et obstrue le canalicule. Le système artériel est intact, ainsi que le cœur, qui ne présente pas d'hypertrophie. Les symptômes sont : un début soudain ; la diminution de quantité de l'urine, qui est colorée et dense, 1020 ; l'anasarque est ordinairement considérable et rapide.

Les deux types, on le voit, sont aussi distincts en clinique qu'en anatomie pathologique.

Le temps manque à M. le docteur Lancereaux pour caractériser en détail la troisième et la quatrième forme de néphrite ; on peut du reste rapprocher la stéatose rénale de la néphrite épithéliale, et la néphrite amyloïde de la néphrite conjonctive.

Une fois la grande distinction générique établie, il faudrait aller plus avant et caractériser l'espèce étiologique. On le peut dans certains cas, et M. Lancereaux

donne pour exemple le portrait de la néphrite conjonctive goutteuse ou de la néphrite saturnine, puisque l'empoisonnement saturnin produit des lésions et des troubles ultimes très-semblables à ceux de la goutte. Dans la néphrite goutteuse, la trame conjonctive vasculaire s'altère par hyperplasie des éléments embryonnaires ; le cœur s'hypertrophie ; les lésions oculaires habituelles sont la névrite du nerf optique, tandis que dans la néphrite épithéliale la lésion ordinaire est la rétinite. Le rein s'atrophie, les cartilages articulaires s'incrustent de sels uratiques; le début est très-insidieux, la polyurie et enfin l'albuminurie se déclarent.

Après l'atrophie du rein, la rétention des matières excrémentitielles produit des accidents très-variés et encore incomplétement décrits, tant sur le système nerveux que sur le système digestif. Les premiers sont une céphalée, une migraine parfois très-intense, une difficulté de caractère qui doit frapper le clinicien expérimenté, des palpitations, des intermittences cardiaques, jusqu'à des accès d'asthmes; enfin, ce qui a été souvent méconnu, des accès éclamptiques ou épileptiques, des hémiplégies, pouvant alterner avec la dyspnée, accidents d'abord passagers et curables, mais mortels à la fin.

Dans l'appareil digestif surviennent des troubles tout différents : ce sont des diarrhées ou des vomissements presque incoercibles, et qui prennent en défaut la sagacité des meilleurs praticiens quand ceux-ci ont négligé l'examen des urines. On peut les croire essentiels et les combattre par les opiacés ou par des moyens qui n'ayant d'autre résultat que de calmer les symptômes douloureux ou les évacuations et qui jettent le malade dans un danger plus terrible. En effet, ils retiennent dans l'économie des substances excrémentitielles toxiques et aggravent la situation. Il faut respecter en pareil cas les sécrétions de l'estomac et de l'intestin; il importe même de considérer ces organes comme des soupapes de sûreté, de les solliciter par des lavements purgatifs, quand on a des raisons de rattacher à la néphrite les accidents nerveux si variés, dont on a donné plus haut l'indication. Ce que l'on a décrit sous le nom de goutte viscérale n'est sans doute que l'une ou l'autre de ces perturbations, qui sont sous la dépendance non de la goutte, mais de l'atrophie rénale.

DISCUSSION

M. LEUDET reprocherait presque à M. Lancereaux d'avoir dit que l'édifice de Bright était renversé aujourd'hui. Cet illustre observateur n'a voulu étudier que le rein réfracté, malade dans son parenchyme, et il ne confondait pas cette lésion avec le rein gras et gros, comme l'ont fait à tort Rayer et Martin-Solon. Il ne faut pas oublier non plus Rheinhardt et Johnson, qui les premiers ont bien étudié les lésions anatomiques de ces néphrites.

M. LANCEREAUX rend toute justice aux travaux de Bright, ainsi qu'à ceux de Rheinhardt et Johnson ; mais ces derniers auteurs n'ont pas rapproché la clinique de l'anatomie pathologique, et c'est justement ce rapprochement instructif qui a fait faire les derniers progrès à la question, telle qu'elle est aujourd'hui comprise.

Dr U. TRÉLAT

Professeur à la Faculté de Médecine de Paris.

SUR LE VAGINISME

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 21 août 1875. —

M. le professeur TRÉLAT traite un point jusqu'ici peu étudié du *vaginisme*. Le vaginisme, affection si caractérisée dans son expression symptomatique, reconnaît des causes très-variées, et c'est probablement cette diversité étiologique qui l'a fait considérer par plusieurs chirurgiens sous des points de vue un peu différents. Il peut être sous la dépendance d'un état inflammatoire superficiel du col utérin, et M. Trélat en cite trois exemples personnels. Le premier a trait à une femme de vingt-trois ans, d'une santé très-satisfaisante, qui présenta aux tentatives d'examen des organes sexuels par le toucher une résistance matérielle et nerveuse telle qu'il fallut une très-grande patience et beaucoup de temps, trois semaines, pour arriver à leur exploration régulière. La contracture vulvaire ne céda qu'après de nombreux essais et l'emploi de sédatifs variés. On ne constata qu'une antéflexion accompagnée d'antéversion et une très-petite ulcération superficielle du museau de tanche. Il semblait que chez cette femme un mélange de sensations douloureuses et voluptueuses, causées par les examens, la rendait encore plus réfractaire aux explorations. Au bout de six mois seulement, et après bien des découragements, elle arriva néanmoins à une guérison complète, et les relations sexuelles, qui avaient été interrompues depuis deux ans par suite de l'état de la vulve et du vagin, purent être reprises sans inconvénient ni douleur.

Le second cas est celui d'une petite blanchisseuse de dix-neuf ans, atteinte d'un léger écoulement leucorrhéique, pour lequel elle entrait à l'hôpital. Le toucher vaginal fut extrêmement difficile, presque impossible, et ce n'est qu'après plusieurs tâtonnements qu'on put reconnaître un peu de vaginite et des ulcérations superficielles du col. Un glycérolé de tannin la guérit en un mois, et il ne resta plus trace de la contracture tenace et énergique qu'elle avait offerte à son entrée.

La troisième malade était une femme de vingt-huit ans, mariée depuis trois ans et mère de deux enfants. Quand elle vint consulter, elle souffrait depuis huit jours d'une douleur vive avec ténesme et spasme des organes périnéaux et pelviens; elle était obligée de se tenir courbée en avant pour calmer ces douleurs qui s'exaspéraient toutes les cinq ou dix minutes. Les rapports sexuels étaient devenus impossibles ou tout au moins extrêmement pénibles.

La sensibilité des petites lèvres et du vagin était, en effet, très-exagérée, et sitôt que le doigt touchait l'utérus, la crise douloureuse atteignait son maximum. Il y avait sur le col une ulcération de 4 millimètres carrés tout simplement. Application du crayon de nitrate d'argent et tampon de glycérine. Au bout de quinze jours la guérison était parfaite. Deux mois plus tard récidive de l'ulcération et du

vaginisme ; guérison par le même procédé en quinze jours. Quatre mois plus tard nouvelle rechute encore aussi facilement guérie.

Voilà donc trois exemples de femmes atteintes de vaginisme sous l'influence d'une simple ulcération du col. Scanzoni et Raciborsky avaient déjà indiqué ce phénomène, mais il est encore intéressant d'appeler sur lui l'attention des médecins et de noter leur parfaite curabilité par des moyens simples.

Il semble donc que dans le vaginisme il peut y avoir prédominance du spasme sur la douleur, aussi bien que prédominance de l'hyperesthésie vulvaire ou périvulvaire sur le spasme : de là des indications thérapeutiques différentes.

Remarquons encore que ce que l'on a appelé contraction spasmodique de la vulve et du vagin est véritablement une *contracture* continue plus ou moins durable, sans l'intermittence caractéristique des spasmes et des contractions musculaires proprement dites.

On aurait tort également de confondre avec le vaginisme par contraction réflexe certains cas d'atrésie, d'étroitesse vulvaire et vaginale, dans lesquels les douleurs produites par le coït sont dues à des inflammations d'origine mécanique.

La conclusion pratique de cette communication sera donc d'appeler l'attention des observateurs sur les causes si variées du vaginisme, et surtout de leur recommander l'usage judicieux des médications rationnelles appropriées, plutôt que les larges sections périnéales trop largement conseillées par Marion Sims.

DISCUSSION.

M. le professeur Courty se range d'autant plus volontiers aux idées exprimées par M. Trélat qu'il a signalé jadis lui-même des faits identiques. Le vaginisme lui paraît aussi une contracture toute semblable à celle du sphincter anal qui accompagne souvent les fissures de l'anus. Une de ses malades, observée il y a vingt ans, présentait des symptômes qui lui rappelaient exactement ceux que l'on trouve dans les fissures anales ; elle n'avait du reste ni métrite ni vaginite. M. Courty repousse les incisions périnéales, à moins de circonstances très-exceptionnelles, et se borne en certains cas à exciser les débris de l'hymen atteints d'hyperesthésie et d'hypertrophie papillaire.

Dr LAENNEC et Dr PETIT
de Nantes.

PRÉSENTATION D'UN IDIOT MICROCÉPHALE

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— *Séance du 21 août 1875.* —

M. Laennec, au nom de M. Petit (de Nantes), présente un idiot microcéphale dont le type est des plus remarquables. Voici son observation :

« Louis-Eugène Balhe, quatorze ans, né à Puceul (Loire-Inférieure), est entré à l'asile Saint-Jacques le 8 avril 1870. Les personnes qui l'accompagnaient à son entrée étaient complétement étrangères à la famille et ne purent donner aucun renseignement concernant cet enfant.

» L'état de développement physique actuel est le suivant : La taille ne présente rien d'extraordinaire à signaler ; elle est celle des enfants de son âge, 1m,36 ; seulement, depuis quinze à dix-huit mois elle s'est élevée plus rapidement que pendant les trois premières années de son séjour à l'asile.

Il y a aussi à peu près le même temps que les poils du pubis ont commencé à paraître, et ils sont assez abondants. Quant aux testicules, ils sont, comme avant cette époque, tout à fait rudimentaires ; le droit est un peu plus volumineux que le gauche. La verge présente un développement normal.

» Le sein gauche est particulièrement développé ; le droit n'a rien d'anormal.

» Dentition normale. Atrophie du pouce de la main gauche. Rien de particulier dans le reste du corps.

» La tête est à peine plus volumineuse qu'une tête de fœtus à terme.

» État mental : Absence complète d'intelligence ; aucune idée ne semble germer dans le cerveau de cet être déshérité. Il ne sait que deux mots, qu'il prononce inconsciemment à propos de chaque question : *Oui, là.*

» Les organes des sens fonctionnent régulièrement. La sensibilité générale paraît un peu émoussée.

» L'enfant est facile à diriger. »

M. le Dr DE SINÉTY

SUR QUELQUES POINTS D'ANATOMIE ET DE PHYSIOLOGIE DE L'OVAIRE ET DE L'UTERUS

— Séance du 23 août 1875. —

Jusqu'à ces dernières années, on a cru que ce n'était que vers l'époque de la puberté, que les follicules de Graaf commençaient à se développer. Nous trouvons dans le beau travail de Coste, sur le développement des corps organisés (1), que « pendant la première période de l'existence des femelles, c'est-à-dire depuis la naissance jusqu'au moment où elles sont aptes à se reproduire, les œufs, qui se forment d'assez bonne heure pour qu'on puisse déjà en découvrir, chez certaines espèces, dans les ovaires des fœtus à terme, vivent d'une vie latente, restent stationnaires, et ne commencent réellement à grandir qu'aux approches de la puberté. »

(1) Coste. Histoire générale et particulière du développement des corps organisés. Paris, 1847, t. I, p. 187.

Cependant, longtemps avant l'époque où notre grand embryologiste écrivait ces lignes, plusieurs observateurs avaient signalé dans les ovaires de jeunes enfants, la présence de follicules de Graaf, ayant atteint un développement considérable. Déjà au commencement du XVIIIe siècle, Valisneri en avait cité des cas non douteux (1). Depuis cette époque, un grand nombre de faits semblables ont été décrits, mais je ne veux pas faire en ce moment l'historique de la question que j'ai l'intention de développer dans un prochain travail.

Il est démontré aujourd'hui que chez l'enfant, il se fait un développement des follicules de Graaf et des ovules qu'ils contiennent, pendant toute la période de la vie qui précède la puberté. Seulement, tandis que chez l'adulte, un certain nombre de follicules laissent échapper au dehors leur contenu, chez l'enfant, ces mêmes follicules, après avoir atteint quelquefois jusqu'à la grosseur d'un pois, disparaissent sans s'être déchirés et laissent à leur place des cicatrices, espèce de corps jaunes spéciaux, décrits par M. Slawianski (de Saint-Pétersbourg) dans les archives de physiologie de l'année dernière (2).

Il ne faudrait pas croire cependant, que, même chez l'adulte, tous les follicules de Graaf arrivent à maturité, se débarrassent de leur ovule en l'expulsant au dehors. Un grand nombre de ces follicules s'atrophie et disparaît par le même processus que chez l'enfant. Ce que Coste avait très-bien observé, du reste, sur des lapines, soustraites aux approches du mâle et sacrifiées peu de jours après que tous les phénomènes du rut avaient cessé (3). Ayant eu l'occasion, depuis quelques années, d'examiner un très-grand nombre d'ovaires, et en particulier d'ovaires d'enfants, j'ai été frappé de la fréquence des ovaires à apparence kystiques, que l'on rencontre dans les quelques jours qui suivent la naissance. Si bien que continuellement j'ai vu sur des enfants de deux à dix jours, une série de kystes de grosseur variable et atteignant souvent les dimensions d'un gros pois. L'examen histologiste de ces cavités ne laissait aucun doute sur leur nature et sur leur origine. Toutes étaient dues à l'hypertrophie plus ou moins considérable de follicules de Graaf contenant leur ovule et leur membrane granuleuse.

Sur des enfants âgés de deux à six ans, je n'ai jamais trouvé des follicules aussi développés et en aussi grand nombre que sur ces enfants, morts peu de jours après la naissance. Ces cas sont tellement fréquents qu'il m'a paru impossible de considérer cette hypertrophie des follicules graafiens comme un fait pathologique, ou plutôt comme le point de

(1) Opere fisico-mediche. Stampate e monoscritte, del Cavalier Antonio Valisneri, raccolte da Antonio suo figliuolo In Venezia, 1733, t. II, p. 165.

(2) Slawianski. Recherches sur la régression des follicules de Graaf chez la femme. Archives de physiologie normale et pathologique, 1874, p. 213.

(3) Coste, loc. cit., p. 185.

départ de véritables tumeurs ovariennes. En outre, l'étude histologique de ces ovaires de nouveau-nés m'a démontré que ces kystes, quelles que soient leurs dimensions, se flétrissent, se vident et disparaissent enfin en laissant une cicatrice.

J'ai pu suivre sur plusieurs ovaires les différentes périodes d'augmentation et de régression de ces follicules. La clinique vient encore apporter un nouvel argument en faveur de l'opinion que ces kystes ne sont pas le point de départ de véritables tumeurs ovariennes. Tout le monde sait combien ces dernières sont rares dans l'enfance, et je viens de vous dire, combien au contraire sont communs les ovaires à apparence kystique chez les nouveau-nés.

Est-ce à dire que je veuille nier absolument la possibilité de kystes permanents dans l'ovaire des enfants? nullement; mais de tous les faits qu'il m'a été donné d'observer jusqu'à présent, pas un seul n'est en faveur de cette dernière opinion.

Cette espèce de poussée qui se fait ainsi du côté de l'ovaire, me paraît devoir être rapprochée de ce qui se passe du côté de la mamelle. J'ai vu, après bien d'autres observateurs, que chez le nouveau-né, un peu plus tôt ou un peu plus tard selon les sujets, il y a toujours production de lait dans la mamelle. Et je crois avoir démontré que dans ce cas, on n'a pas à faire à un rejet d'épithélium dégénéré, comme beaucoup d'histologistes l'avaient soutenu jusqu'à présent, mais bien à une production de lait, que l'analyse chimique, aussi bien que l'examen histologique, montre être absolument semblable à celui de la femme adulte (1). C'est une lactation en miniature, et qui est d'autant plus abondante et durable, qu'on excite la petite mamelle par une traite répétée.

Mais ce phénomène, chez le nouveau-né, s'observe également dans les deux sexes. Aussi était-il intéressant de savoir si on ne trouvait pas à cette époque de la vie quelque modification du côté du testicule. Merkel a observé, chez le nouveau-né, une prolifération considérable de l'épithélium du testicule, et la présence dans cet organe, de cellules rondes à granulations obscures, semblables à celles d'où dérivent plus tard les spermatozoïdes. Selon cet auteur, ces cellules disparaissent quelque temps après la naissance, pour apparaître de nouveau (2) à l'époque de la puberté.

Il est impossible de ne pas être frappé de la ressemblance qui existe entre cet ensemble de phénomènes physiologiques et ceux que nous observons au moment de la puberté. Au même âge où les seins se dé-

(1) Sur la mamelle des nouveau-nés. Archives de physiologie, 1875.

(2) Merkel. *Ueber die entwickelungsvorgange im inneren der Samenkanalchen.* Arch. f. anatomie und physiol., p. 644, 1872. Analysé dans le Jahresbericht, 1872, t. I, p. 51.

veloppent chez la jeune fille, on observe aussi sur les garçons un gonflement de la mamelle. Les sujets accusent une sensation de tension et des picotements dans cette région. Quelquefois même il se fait un léger écoulement sérolactescent par les mamelons. Et il n'est pas très-rare que le processus physiologique, dépassant ses limites ordinaires, arrive à produire de véritables mammites.

Nous avons donc là, comme dans les quelques jours qui suivent la naissance, une double poussée du côté des organes génito-internes et du côté de la mamelle. Mais, de tous les organes qui éprouvent des modifications au moment de la puberté, c'est sans contredit l'utérus qui les manifeste de la façon la plus évidente.

J'ai cherché si chez le nouveau-né il y avait quelque changement anatomique du côté de la muqueuse utérine. Je dois dire que je n'y ai absolument rien observé de spécial à cet âge.

Mais ces recherches mêmes m'ont donné l'occasion d'étudier la muqueuse utérine normale, et je terminerai cette communication par l'exposé de quelques observations nouvelles au sujet de l'épithélium utérin.

A voir le nombre considérable de travaux publiés sur l'histologie de la muqueuse utérine, on croirait qu'elle doit être parfaitement connue.

Il n'en est rien cependant, et les auteurs, même les plus modernes, ne sont souvent pas d'accord sur la forme et la nature de l'épithélium qui revêt la cavité utérine.

D'abord, depuis quelques années, la technique histologique a fait d'immenses progrès, et en particulier pour l'étude d'éléments aussi délicats que les cellules épithéliales. Ensuite, la plupart des auteurs n'ont pas indiqué la technique qu'ils ont suivie, ou celles qui ont été décrites sont évidemment défectueuses relativement aux méthodes nouvelles.

Une autre raison probable de la différence d'opinions qui existe entre certains anatomistes, c'est qu'ils ont voulu généraliser à plusieurs espèces animales ce qu'ils avaient observé pour une ou deux; et j'ai vu moi-même combien, selon l'animal, la forme et la disposition de l'épithélium variaient.

Pour l'espèce humaine, la plupart du temps, un utérus pris à l'autopsie ne peut pas servir à l'étude de l'épithélium, qui s'altère très-vite après la mort. En outre, l'épithélium de l'utérus varie selon les âges, et, comme on l'a déjà dit, selon l'état physiologique de l'organe, repos, grossesse, ménstruation. Je me suis donc appliqué à préciser autant que possible, dans mes descriptions, l'âge, le point exact de la cavité utérine et son état physiologique.

Je parlerai d'abord d'un utérus de fœtus à terme tué par céphalotripsie, que j'ai pu examiner peu d'heures après la mort. (Les préparations ont été faites d'après la méthode de Ranvier, alcool au tiers pendant 24 heures, puis raclage de la muqueuse, coloration au picrocarminate, et montées dans la glycérine. J'ai aussi examiné les cellules épithéliales sans l'addition d'aucun liquide ni réactif.)

L'utérus présentait à l'œil nu la forme et les dimensions si bien décrites par M. Guyon (1) chez le nouveau-né, et par M. le professeur Courty dans son *Traité des Maladies utérines*. La cavité du col, si considérable à cet âge, contenait, comme à l'ordinaire, un bouchon de mucus épais, donnant les caractères chimiques et microscopiques de la mucine. A l'examen histologique on voyait que toute cette partie élargie était tapissée par de grandes cellules caliciformes, allongées, avec un noyau situé à la base de la cellule. Au dessus de ce point rétréci (orifice interne), qui, chez l'enfant se prolonge très-haut, l'épithélium devient cylindrique, mais sans cils vibratiles (du moins n'ai-je pas pu trouver une seule cellule possédant des cils, quoiqu'il y eût un plateau très-net, et malgré le peu de temps écoulé depuis la mort).

L'épithélium cylindrique, sans cils vibratiles, se continuait jusqu'à l'embouchure des trompes. Ces dernières, au contraire, possédaient un épithélium avec les cils vibratiles bien conservés.

Sur des préparations provenant d'une femme de 24 ans, ni grosse ni en menstruation, et dont j'avais aussi pu me procurer l'utérus peu d'heures après la mort, j'ai vu que le bord libre des replis du col utérin, formant l'arbre de vie, est tapissé d'une seule couche d'épithélium cylindrique à cils vibratiles. A mesure que la muqueuse s'enfonce pour constituer les replis et les glandes si nombreuses de cette région, l'épithélium passe graduellement de la forme cylindrique à la forme caliciforme. Ces dernières cellules, augmentant de plus en plus de volume, tapissent les parois glandulaires. Sur le col de l'utérus d'enfants de 6 à 7 ans j'ai observé la même disposition que chez l'adulte, avec la différence que l'épithélium cylindrique n'avait nulle part de cils vibratiles. Mais ces derniers examens ayant eu lieu un peu plus longtemps après la mort, les cils auraient pu disparaître. Ce qui, cependant, ne me paraît pas probable, car ils étaient parfaitement conservés sur les cellules épithéliales des trompes.

Ce que je veux surtout, Messieurs, signaler à votre attention dans les descriptions qui précèdent, c'est la présence de l'épithélium caliciforme dans le col de l'utérus humain normal, chez le nouveau-né, l'enfant et l'adulte, et son passage graduel de l'état de cellules caliciformes à la forme cylindrique, avec ou sans cils vibratiles, selon l'âge.

(1) Guyon, dans le *Journal de Physiologie de Brown-Sequard*, t. II, 1859, p. 86.

Cet épithélium caliciforme a une fonction physiologique toute spéciale, quel que soit le point de l'économie où on le rencontre, et plusieurs physiologistes ont comparé chaque cellule à une glande unicellulaire. Cette fonction consiste à produire le mucus ou, du moins, un certain mucus épais, consistant, presque gélatiniforme, tel, enfin, que celui dont est composé le bouchon muqueux du col, en particulier pendant la grossesse et chez les enfants nouveau-nés.

Ce mucus diffère complétement du liquide que l'on rencontre quelquefois dans la cavité du corps de l'utérus, comme dans certains cas de rétrécissement ou d'oblitération de l'orifice interne. Les cliniciens connaissent bien la différence qui existe entre ces deux genres de productions. Dans tous les cas pathologiques ou physiologiques où j'ai rencontré ce mucus épais et consistant, j'ai toujours trouvé aussi dans le voisinage des cellules caliciformes. M. le Dr Malassez a très-bien décrit l'un et l'autre dans certains kystes de l'*ovaire* à contenu gélatiniforme.

Ce n'est pas seulement chez les animaux supérieurs que l'on peut constater le rôle des cellules caliciformes. Le mucus qui entoure les œufs de la grenouille est sécrété par l'oviducte de cet animal. Aussi l'épithélium qui tapisse ce conduit possède-t-il de superbes cellules caliciformes, comme j'ai pu le constater dernièrement sur des préparations que m'a montrées M. Lataste, au laboratoire d'histologie du Collége de France.

Mais je ne veux pas abuser, Messieurs, de votre bienveillante attention, en faisant une plus longue incursion dans le domaine de la zoologie. J'ai voulu seulement montrer que la présence de l'épithélium caliciforme dans le col de l'utérus est plus qu'un petit fait anatomique et se trouve en rapport avec une sécrétion physiologique toute spéciale, qui m'a paru présenter un assez grand intérêt pour m'engager à y appeler votre attention.

MM. ARLOING ET LON TRIPIER

SUR LES SECTIONS NERVEUSES DANS LES NÉVRALGIES (1)

— *Séance du 21 août 1875.*

(1) Ce travail a paru *in extenso* dans la *Gazette hebdomadaire*. 1875. n° 35, p. 545.

M. LE Dr FIEUZAL

Médecin de l'Hospice des Quinze-Vingts.

DÉMONSTRATION OPHTHALMOSCOPIQUE DES MOUVEMENTS DE LA MEMBRANE CONNUE SOUS LE NOM DE PEIGNE CHEZ LES OISEAUX, ET DU ROLE PHYSIOLOGIQUE DE CETTE MEMBRANE

— Séance du 21 août 1875. —

Nous voudrions appeler quelques instants l'attention des membres du Congrès de Nantes sur une découverte dont nous avons déjà entretenu les lecteurs du journal *la Tribune médicale* dans un feuilleton en date du 6 décembre 1874, ayant pour titre : « D'UN SUBTERFUGE EMPLOYÉ PAR LES AIGLES POUR FIXER LE SOLEIL. »

Nous racontions à cette époque, et nous voudrions aujourd'hui vous démontrer, Messieurs, la réalité de cette découverte, dont la Société de Biologie a été elle-même saisie, par plusieurs de ses membres, postérieurement à la publication de notre travail. Il suffit de faire l'examen ophthalmoscopique du fond de l'œil d'un oiseau (et c'est ce que nous avons le premier eu l'idée de mettre à exécution) pour établir d'une manière péremptoire le rôle physiologique d'une membrane sur l'existence de laquelle, il est vrai, les anatomistes et ornithologistes sont d'accord, mais dont aucun encore, à notre connaissance du moins, n'a connu la fonction.

Si, en effet, nous consultons le Dictionnaire de Littré et Robin, nous trouvons à l'article *peigne :* « Écran oculaire des oiseaux ; le nerf optique de ces animaux, après avoir traversé la sclérotique, se prolonge un peu en haut et en dehors sous forme de pointe. Sur ce prolongement s'insère une membrane rhomboïdale, plissée, tendue verticalement à travers le corps vitré jusqu'au bord externe ou postérieur de la circonférence du cristallin, auquel elle adhère. Chez les aigles et les oiseaux de nuit cet organe, qui joue le rôle physique d'écran, n'atteint pas la capsule du cristallin. »

Les savants auteurs du Dictionnaire ont parfaitement décrit la disposition anatomique de cette membrane, et le nom d'écran oculaire qu'ils lui attribuent semble en préjuger le rôle physiologique. Dans tous les cas, on doit dire qu'ils se sont plus approchés de la vérité que Dorbigny, dont les travaux font cependant autorité dans la matière.

Voici, du reste, comment, sur le même sujet, s'explique cet auteur, que nous allons citer textuellement : « Un organe qui semblerait n'appartenir qu'aux oiseaux, et qui a donné lieu à bien des conjectures sur

la nature des fonctions qu'il est destiné à remplir, est celui auquel on a donné le nom de *peigne* ou de bourse noire.

» M. Giraldès a considéré le peigne, dont la structure est cellulo-vasculaire, comme un grand procès ciliaire. La forme de cet organe est généralement carrée et lamelleuse ; cependant, chez le casoar et l'autruche, elle prend l'apparence d'une bourse conique.

» Comme le peigne prend naissance à la face interne du nerf optique pour se porter de là jusqu'au cristallin, à la partie postérieure duquel il semble s'attacher, quelques anatomistes ont cru voir en lui un organe créé pour un but physique. Ils ont cru qu'il était pour l'oiseau un agent qui lui donnait la faculté d'avancer ou de reculer le cristallin et d'habituer, par conséquent, son œil aux distances. Cette faculté semble en effet, chez les oiseaux, très-développée, mais est-elle due à la parti-cularité d'organisation que nous venons de signaler ?

» Nous n'oserions l'affirmer.

» Un seul fait essentiel à signaler est celui d'un troisième voile palpébral. Tous les oiseaux, indépendamment des deux paupières horizontales, l'une supérieure, l'autre inférieure, ont encore une troisième membrane palpébrale clignotante placée verticalement sous celles-ci.

» Cette troisième paupière consiste en un repli fort étendu de la conjonctive, transparent, situé obliquement à l'angle nasal de l'œil, de forme triangulaire, et dont le bord libre est oblique de haut en bas et de dehors en dedans, du moins quand elle est étendue ; car, dans l'état de repos, cette membrane se plisse verticalement dans l'angle de l'œil. Par l'action d'un muscle spécial (le pyramidal), *la membrane clignotante* ou *nyctitante*, comme on l'a encore appelée, peut être déroulée ou tirée comme un rideau au devant de l'œil, et servir, par conséquent, soit à nettoyer cet organe et à le débarrasser des corpuscules qui seraient venus s'y fixer, soit à la protéger contre l'action trop violente de la lumière, en diminuant par sa présence l'intensité des rayons lumineux. On ne saurait se refuser à reconnaître *que ce ne soit aussi à l'existence de cette troisième paupière que les oiseaux de proie doivent la faculté de pouvoir regarder fixement le soleil.* »

Par ces citations, qui résument l'état de la science, et que nous ne multiplierons pas, parce que nous avons pris à dessein ce que nous avons trouvé de plus précis et de plus net sur la matière, il est aisé de voir, Messieurs, que le rôle physiologique du peigne était tout à fait inconnu lorsque nous eûmes, il y a environ une année, la curiosité de regarder le fond de l'œil d'un poulet à l'aide de l'ophthalmoscope. A notre grand étonnement, cet animal se laissa très-facilement examiner, et ce phénomène cessa de nous surprendre lorsque nous l'eûmes soigneusement

analysé et que nous en eûmes, à plusieurs reprises et à notre volonté, provoqué la réapparition.

Que se passe-t-il, en effet, lorsqu'on projette ainsi une lumière vive dans le fond de l'œil des oiseaux? Ceux-ci contractent violemment et par saccades brusquement répétées la membrane clignotante que l'on voit passer convulsivement au devant de la cornée lucide, comme pour la lubrifier; en même temps ils impriment à leur peigne un mouvement saccadé, qui a pour résultat de développer cette membrane, tantôt en avant, tantôt en arrière, autour de son insertion fixe comme par un mouvement de charnière qui lui permet d'abriter la partie de la rétine située au voisinage du pôle postérieur de l'œil et jouissant de la plus exquise sensibilité, de telle sorte que, grâce à cet écran, celle-ci n'est pas plus vivement impressionnée par une lumière éclatante que notre œil lorsque nous regardons le soleil à travers un verre noirci.

SCHÉMA DE L'ŒIL DU POULET

Fig. 94.

Fond de l'œil d'un poulet dans lequel on a projeté la lumière d'une lampe à l'aide de l'ophthalmoscope.

Image ophthalmoscopique vue de face (procédé de l'image renversée).

Le peigne s'offre à la vue au fond de l'œil et représente (à l'état de repos), une feuille de fougère.

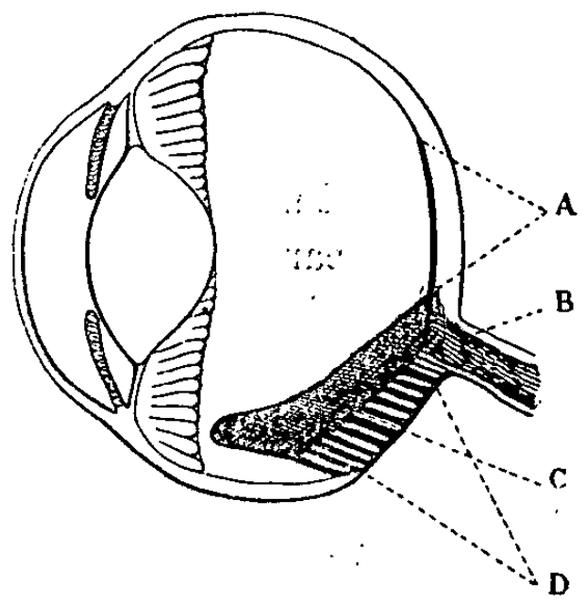


Fig. 95.

A rétine adhérente à la membrane et se confondant avec celle au niveau du nerf optique à son entrée dans le tissu sclérotical B.

C portion flottante du peigne.

D dents du peigne, c'est-à-dire striation de la membrane, dont la hauteur est de 8 millimètres à partir de l'entrée du nerf optique.

Le peigne est réduit à l'état de membrane flottante comme une cloison verticale lorsque la lumière projetée dans l'œil n'est pas excessive, ou bien, lorsque l'on a affaire à un oiseau moins excitable, ainsi que nous avons pu nous en convaincre chez une poule atteinte de choroïdite atrophique, et chez laquelle il a fallu une lumière très-intense et

longtemps dirigée vers la macula pour faire naître chez elle les mouvements réflexes saccadés dont nous avons parlé ; le peigne, disons-nous, sous l'influence de l'excitation que fait naître la lumière, se boursouffle et se frange sur les bords de manière à figurer assez exactement une feuille de fougère à pointe en haut, que l'on voit très-nettement se porter à la manière d'un écran érectile d'un noir très-foncé, tantôt en avant, tantôt en arrière, pour protéger les parties que la lumière viendrait impressionner trop vivement.

Après avoir vu se produire ce phénomène et l'avoir provoqué avec succès, à plusieurs reprises, tant par l'éclairage direct que par l'éclairage oblique, il est devenu manifeste pour nous que cette membrane, loin de jouer un rôle actif dans l'accommodation, ainsi que le pense d'Orbigny, ne peut avoir d'autre but que de protéger les parties impressionnables et d'atténuer ou même d'éteindre les rayons lumineux qui seraient trop ardents pour être transmis au cerveau par le nerf optique, dont les fibres à leur entrée dans l'œil se trouvent enveloppées dans le pli de cette membrane.

Nous avons sacrifié plusieurs animaux qui avaient servi à l'expérience et après avoir énucléé l'œil, nous avons vérifié l'existence et les rapports de cette membrane. Ainsi que le disent les auteurs du *Dictionnaire de Médecine,* elle prend naissance au niveau de l'entrée du nerf optique dans le trou sclérotical, se rattache intimement à la choroïde et à la rétine, qu'on peut décoller facilement jusqu'à cette insertion, mais dont on ne peut la séparer sans déchirures; elle représente assez bien comme structure anatomique les procès ciliaires, auxquels elle nous a paru se rattacher par un prolongement excentrique. Chez les poulets que nous avons sacrifiés, nous lui avons toujours trouvé la forme d'un triangle dont la pointe correspond à la papille, tandis que la base sillonnée de stries parallèles qui lui ont valu le nom de *peigne* est adhérente dans une étendue de 8mm à la choroïde. La partie flottante est triangulaire et c'est elle dont on voit les bords frangés dans les mouvements que l'animal lui imprime pour la porter tantôt en avant tantôt en arrière de son insertion fixe.

L'immobilité et la position latérale du globe de l'œil dans l'orbite d'une part, la fixité de l'insertion du peigne au fond de l'œil d'autre part, telles sont les conditions qui nous paraissent expliquer la variété des mouvements de tête que sont obligés de faire les oiseaux soit pour chercher leur nourriture, soit pour éviter l'accès dans le fond de l'œil de rayons lumineux trop ardents.

Quant à la membrane clignotante, son rôle exclusif consiste à humecter la cornée, et tandis que le peigne masque complétement les parties au devant desquelles il se place, les passages saccadés de la troisième pau-

pière au devant de la cornée ne gênent nullement l'examen du fond de l'œil. Les contractions de cette membrane nyctitante et les mouvements du peigne se font d'une manière synergique et paraissent coïncider avec les mouvements de totalité du globe de l'œil, dont l'hémisphère postérieur se trouve doublé par des muscles très-puissants. Cependant, Messieurs, nous pensons que le peigne a des mouvements indépendants et l'examen ophthalmoscopique que nous allons faire devant vous ne nous paraît pas laisser le moindre doute à ce sujet. Dans tous les cas, une chose restera hors de contestation, c'est la démonstration du rôle physiologique de cette membrane à l'aide de l'éclairage du fond de l'œil, et c'est l'unique objet de notre communication.

Dr PONCET

DE LA MATIÈRE COLORANTE DU SANG PRODUISANT L'ICTÈRE HÉMATIQUE TRAUMATIQUE

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 21 août 1875. —

M. PONCET a recueilli des observations qui établissent l'existence de l'ictère par résorption de la matière colorante du sang chez les blessés atteints d'ecchymoses ou d'infiltrations sanguines.

La substance agissant en ce cas serait l'hémoglobine modifiée. En effet, l'analyse spectrale d'un liquide ecchymotique lui a fait constater l'absence des bandes caractéristiques de l'oxyhémoglobine, et la présence d'une bande unique d'absorption, caractéristique de l'hémoglobine réduite.

Ensuite, M. Poncet, traitant un peu de ce liquide par l'éther à 56 degrés, qui coagule la matière albuminoïde du sang, constate que le coagulum traité abandonne une matière colorante jaune, différente de l'hémoglobine, et c'est cette matière jaune qui donne aux téguments la coloration ictérique.

M. JULES TALRICH

Modeleur d'anatomie des Facultés de médecine de Paris et de Nancy.

PRÉSENTATION DE TROIS NOUVEAUX MODÈLES EN CIRE, REPRÉSENTANT L'ANATOMIE DE L'OVAIRE, FAITS POUR LE COLLÉGE ROYAL DES CHIRURGIENS DE DUBLIN

— Séance du 21 août 1875. —

1er MODÈLE

Ovaire d'une jeune fille pubère ($\frac{5}{5}$ fois les diamètres), montrant les vésicules de Graaf à divers états de développement ; l'une d'entre elles

est très-hypertrophiée et présente à sa partie la plus saillante un épanchement sanguin au point où doit avoir lieu la rupture de la vésicule et l'expulsion de l'ovule ; quelques cicatrices linéaires, triangulaires et rayonnées indiquent des expulsions ovariques antérieures.

2e MODÈLE

Même que le précédent, mais représenté quelque temps après l'expulsion de l'ovule et avec une coupe longitudinale, de manière à montrer le stroma ainsi que la partie superficielle ou couche ovigène, laquelle a été rabattue et laisse voir dans son épaisseur deux ovisacs et le corpus luteum avec le caillot central d'un ovisac dont l'ovule a été expulsé.

3e MODÈLE

Coupe médiane d'une vésicule de Graaf contenue dans un segment d'ovaire. (Grossissement d'environ 75 diamètres.)

Ce modèle montre :

La membrane granuleuse ;

Le liquide central ;

Le cumulus granuleux ;

La zone transparente de l'ovule ;

Le vitellus ;

La vésicule de Purkinje et la tache germinative.

M. LE Dr DAGRÈVE

Médecin du Lycée et de l'hospice de Tournon (Ardèche).

DES MATIÈRES COLORANTES DE L'URINE COMME SIGNE DIAGNOSTIC DANS LES ALBUMINURIES

— Séance du 23 août 1875. —

Si l'on verse, dans de l'urine, de l'acide azotique en le faisant couler le long du verre, on voit une zone colorée qui, regardée attentivement, peut se dédoubler en deux, l'une rouge quelquefois jaune, l'autre bleuâtre, la première se fondant du côté de l'acide, l'autre se fondant du côté opposé, le point où ces deux matières se superposent étant marqué par une ligne nette.

La matière bleue est soluble dans l'éther et peut être séparée de la matière rouge ; elles ne paraissent pas donner de spectre d'absorption, si ce n'est un peu d'obcurcissement dans le violet.

La matière bleue que l'on a nommée indigose, quoique paraissant

violette, noire, verte, paraît être toujours bleue et ne changer de couleur que par une transparence, qui en laisse paraître une autre, qui lui est mêlée. Les deux matières sont en quantité variable dans l'urine et ne sont pas toujours en rapport avec la couleur de cette dernière.

Les gaz qui se développent, quand on traite les urines alcalines et chargées de phosphate et de carbonate, des chlorotiques, gênent quelquefois en mêlant les liquides.

La matière colorante bleue, qui existe à peu près toujours, manque dans certains cas de néphrite parenchymateuse, et c'est le sujet de cette communication ; sur quatre cas de néphrite parenchymateuse, à frigore, l'urine rouge, lourde, chargée de globules sanguins n'a pas présenté de bleu, si ce n'est au bout de plusieurs jours et quand les globules sanguins diminuaient de quantité. Le bleu étant toujours plus clair dans cette maladie qu'à l'état normal jusqu'à la guérison.

Il en a été de même dans deux cas de néphrite suite de fièvre éruptive.

Dans deux cas, chez des calculeux, dont l'un était atteint de fièvre typhoïde, le bleu a disparu pendant un temps très-court, laissant le lendemain, chez l'un, voir les caractères de l'urine de la fièvre typhoïde, de M. Gubler ; chez l'autre, le bleu ne fut pas vu le jour de l'expulsion d'un caillot sanguin renfermant un calcul, quoiqu'il ait été cherché par l'éther dans deux cas d'urines albumineuses avec œdème, dans les affections du cœur, chez des femmes alcooliques, l'urine de l'une d'entre elles renfermant des globules sanguins en abondance, les deux matières colorantes ont paru comme à l'état normal et il y avait beaucoup d'acide urique.

Il en a été de même dans un cas d'albuminurie causée par un vésicatoire. Dans cinq cas de néphrite interstitielle le bleu existait, mais en quantité plus faible qu'à l'état normal.

Il est donc probable que l'absence de l'indigose est un signe qui pourra servir à diagnostiquer la néphrite parenchymateuse des cas d'albuminurie produits par d'autres causes, notamment les affections du cœur, et que sa diminution indique une lésion du rein.

M. JOSEPH TEISSIER
Interne des Hôpitaux de Lyon.

RECHERCHES COMPARÉES SUR L'ÉLIMINATION DES PHOSPHATES DANS LA CHLOROSE VRAIE ET LA PHTHISIE COMMENÇANTE

— *Séance du 21 août 1875.* —

Dans une note lue il y a quelques mois à la Société de médecine de Lyon, nous avons essayé d'établir l'existence d'une maladie nouvelle présentant avec le diabète sucré une frappante analogie.

Cette maladie offre en effet tous les symptômes principaux de la glycosurie : amaigrissement, polyurie, polydipsie, polyphagie même, mais au lieu de se traduire par la présence du sucre dans les urines, elle se signale par une excrétion parfois énorme de phosphates terreux.

Et non-seulement ses symptômes, mais encore ses complications, rapprochent du diabète cette singulière affection. Nous avons en effet relaté plusieurs observations d'altérations profondes du fond de l'œil, et entre autres trois faits de fonte de la cornée, à la suite de l'opération de la cataracte chez des sujets atteints de la maladie.

C'est en raison de ces considérations que nous avons proposé de lui donner le nom de *polyurie* ou de *diabète phosphatique.*

Plus nous avançons dans nos recherches, plus notre conviction s'affermit, plus l'existence d'un véritable diabète phosphatique s'impose à nous. Ses rapports mêmes avec la glycosurie nous paraissent moins obscurs. Et si nous n'étions pas résolu à rester en dehors de tout ce qui peut ressembler à une hypothèse, nous dirions que cet état, qui existe généralement d'emblée, mais qui constitue parfois la période ultime du diabète sucré, tient probablement, dans ce dernier cas, à la fermentation lactique du glycose qui circule dans le sang du diabétique, transformation qui expliquerait la disparition du sucre et la présence exagérée des phosphates dans les urines de ces malades. Toutefois nos expériences ne sont pas encore assez solidement établies pour que nous venions formuler ici une semblable affirmation.

Ce n'est pas du diabète phosphatique qu'il sera question dans ce travail. Laissant de côté ce point nouveau de pathogénie, sans nous éloigner pourtant de la question de l'élimination des phosphates, question qui, à nos yeux, prend tous les jours une importance plus grande, nous nous occuperons aujourd'hui d'un autre point de cet intéressant pro-

blème, à savoir, de ce qui touche à l'excrétion de l'acide phosphorique considérée dans la chlorose vraie, et dans cette forme de chloro-anémie, voilant si souvent la phthisie pulmonaire et à laquelle Trousseau a donné le nom de pseudo-chlorose.

Amené par la nature de nos recherches à examiner les urines d'un grand nombre de malades, nous avons eu sous les yeux le résultat de l'analyse de l'excrétion urinaire d'une foule de chlorotiques et de phthisiques. Or, un fait nous a constamment frappé, c'est celui-ci : *Diminution constante des proportions des principes phosphorés chez les chlorotiques vraies ; augmentation, au contraire, chez les chlorotiques tournant à la tuberculose et chez les phthisiques au premier degré.*

La clinique ayant corroboré d'une façon indéniable les données de la statistique, nous avons pensé que ces résultats pourraient être d'un utile secours pour éclairer la séméiologie et le pronostic de ces affections, et nous croyons ne pas trop nous avancer en disant :

1° *Toute chlorotique qui, sans être soumise à un régime très-animalisé, présente, même si elle maigrit, une diminution dans l'excrétion des phosphates, ne tournera probablement pas à la phthisie pulmonaire.*

2° *Toute chlorotique qui, abstraction faite aussi de l'influence du régime, présentera une augmentation des principes phosphorés, a de grandes chances pour devenir phthisique.*

C'est à démontrer ces deux propositions que nous allons nous attacher.

Et d'abord, établissons d'une manière irréfragable cette augmentation d'élimination des phosphates dans la phthisie pulmonaire et leur diminution dans la chlorose.

Nous avons réuni dans deux tableaux comparatifs une nombre égal de phthisies initiales et de chloroses. Nous avons noté succinctement mais avec soin les principaux symptômes éprouvés par les malades, et en regard, nous avons indiqué le résultat de l'analyse des urines, leur densité et leur richesse en principes phosphorés. Or, il résulte de ces tableaux, qu'au lieu de présenter les proportions normales de 2 à 3 gr. par litre pour les phosphates terreux, et de 1 gr. 50 à 2 gr. pour l'acide phosphorique ; chez les phthisiques de la première période, les phosphates terreux éliminés ont varié de 3 gr. à 6 gr. 30, et l'acide phosphorique de 2 gr. à 3 gr. 10 ; tandis que chez les chlorotiques, les phosphates terreux ont oscillé entre des traces et 1 gr. 40, et l'acide phosphorique de 0 gr. 20 à 1 gr. 25.

Une pratique de 250 explorations au moins, une série d'épreuves et de contre-épreuves ayant constamment abouti aux mêmes résultats,

nous avons dû les considérer comme l'expression exacte de la vérité. Car on ne peut incriminer ici ni notre mode d'analyse, ni notre méthode d'observation ; presque toujours les urines ont été trouvées acides, et les phosphates n'ont pu se précipiter spontanément. Du reste, elles ont été recueillies toujours à l'émission, et nous n'avons opéré que sur des urines du matin, afin de nous mettre à l'abri de l'influence de la digestion.

D'après nos recherches, l'augmentation d'excrétion des phosphates dans la phthisie pulmonaire est un fait constant, qui ne peut être mis en doute. Elle ne saurait d'ailleurs surprendre, car elle a déjà été admise par quelques auteurs. Longet l'a signalée, et le docteur Errico de Renzi, cité par MM. Paquelin et Joly, avance que le caractère le plus fréquent de l'urine des phthisiques consiste dans la présence d'une grande quantité de phosphates calcaires. Les faits nombreux recueillis par nous viennent à l'appui de cette assertion.

Mais il faut ajouter une restriction. Les urines des phthisiques sont trop riches en phosphates, cela est incontestable, mais seulement dans les premières périodes de la maladie. Car à mesure que l'on avance vers le terme fatal, les phosphates diminuent progressivement ; ce qui résulte de plus de quarante observations ; à moins toutefois qu'on ait affaire à des sujets rachitiques, à des glycosuriques, ou encore à des phosphaturiques atteints de phthisie pulmonaire.

Quant à la diminution d'élimination des phosphates chez les chlorotiques, qui ressort avec la même évidence de nos tableaux, elle paraît être d'abord en contradiction avec quelques faits connus dans la science, et publiés par des hommes dont le nom fait autorité. Car, tandis que nous n'avons pas encore rencontré, dans la chlorose vraie, une proportion de phosphates dépassant 1 gr. 40.., M. le professeur agrégé C. Bouchard rapporte un fait où l'élimination de l'acide phosphorique a été portée à 4 gr. 50 en 24 heures. Mais cette divergence n'est qu'apparente, et tient sans doute à des circonstances particulières, à l'influence du régime, peut-être aussi à l'imminence de la phthisie pulmonaire, de sorte que l'exactitude de nos résultats n'en subit aucune atteinte.

Ces faits établis, voyons maintenant, pour démontrer plus complétement encore la justesse de nos propositions, si dans les cas douteux où la nature de la chlorose était mal dessinée, la marche ultérieure de la maladie n'est pas venue confirmer d'une façon éclatante le pronostic fondé de prime abord sur l'examen des urines.

Les observations que j'ai recueillies le prouvent surabondamment. Je n'ai pas l'intention d'énumérer ici toutes celles que j'ai eues entre les mains ; un semblable exposé serait par trop aride, je me propose

simplement d'en résumer quelques-unes qui par leur opposition frappante rendront plus saisissant encore le fait que je veux prouver.

La première a trait à une malade que je connais depuis plus de quatre ans, entrée à cette époque à la clinique de l'Hôtel-Dieu (service de M. le professeur Teissier), où j'étais alors externe. La malade fut examinée avec le plus grand soin ; elle présentait bien tous les signes habituels de la chlorose : décoloration des muqueuses, souffles cardiaque et vasculaire, gastralgie, névralgies, etc.; mais elle avait aussi un peu de rudesse de la respiration aux sommets, et je me rappelle qu'en la faisant ausculter à ses élèves, mon père les engageait à se méfier de ces formes insidieuses de chlorose qui aboutissent souvent à la tuberculisation. Au bout de quelques semaines, la malade sortait très-améliorée, si bien qu'elle entra dans une communauté religieuse, où elle ne devait s'épargner ni les privations, ni les fatigues. Il y a trois mois, cette malade, souffrant des mêmes malaises qui l'avaient fait entrer une première fois dans les salles, revint à l'Hôtel-Dieu, je l'auscultai alors avec la plus grande attention, et il me fut impossible de découvrir aucun signe réel de tuberculose commençante.

Je pratiquai enfin l'examen de ses urines, il est relaté, à propos de l'obs. 23 du tableau n° 2, et il peut se résumer ainsi : urines rares, aqueuses, D = 1008. Acide phosphorique 1,25, c'est-à-dire notablement au dessous des proportions normales.

Or, il est certain que chez cette femme, qui s'est livrée depuis 4 ans à une vie laborieuse, qui n'a pas eu une nourriture suffisamment réparatrice, on aurait vu la tuberculose s'affirmer par des signes plus évidents, si elle en avait porté en elle le germe.

Depuis trois mois que nous l'observons tous les jours, ses organes respiratoires ne s'altèrent pas, il n'y a jamais eu d'hémoptysie; au contraire, l'état général s'améliore progressivement, et nul doute pour nous que dans quelques semaines elle ne ressorte aussi vaillante qu'elle l'était après son premier séjour à l'hôpital.

Cependant, il y a 15 jours à peine, en dosant une dernière fois l'acide phosphorique dans ses urines, au lieu du chiffre de 1 gr. 25 que nous constations à l'entrée, nous avons été étonné de rencontrer celui de 2 gr. Etait-ce donc que le pronostic allait devenir plus sombre, et que notre malade allait être condamnée à subir l'évolution tuberculeuse ? nous ne le pensons pas. La toux est nulle, pas la moindre sueur la nuit, pas l'ombre de mouvement fébrile le soir; les digestions sont plus faciles, les forces renaissent. Cette augmentation qui tout d'abord, nous donna quelque appréhension, put au contraire être considérée comme un témoignage de retour à la santé; et comme cette élévation a été assez brusque, nous croyons pouvoir la rapporter aussi en partie au

régime suivi dans ces derniers temps par la malade : l'usage de la viande crue. Nous aurons en effet à établir dans un instant l'influence d'un régime très-animalisé sur l'élimination des phosphates.

Mais voici une observation où les faits se présentent dans un rapport inverse :

C'est celle d'une jeune fille entrée il y a 3 mois dans les salles, et offrant à ce moment des symptômes de chlorose, pour lesquels on fit le diagnostic de chloro-anémie, peut-être symptomatique d'une phthisie au début. En effet, il y avait des signes de gastralgie, des névralgies faciales et intercostales, de la pâleur, des souffles vasculaires, etc.; mais à côté de cela, on constatait un peu de submatité au sommet gauche, avec un certain degré de bronchophonie.

A cette époque, les urines, en quantité assez abondante, avaient une densité de 1,030, et l'acide phosphorique comptait 1 gr. 65 par litre.

Le 8 août, cette malade eut une hémoptysie (c'était la première). A partir de ce moment, elle fut examinée attentivement tous les jours, et le 12, on pouvait entendre, dans la fosse susépineuse du côté gauche, c'est-à-dire dans le point déjà reconnu suspect, de petites crépitations sèches. Alors l'acide phosphorique atteignait 2 gr. par litre, chiffre assez élevé si l'on tient compte de la quantité des urines et du régime suivi par la malade, celui-ci étant très-pauvre en substances animales.

Enfin, j'observe encore en ce moment-ci une jeune malade, entrée depuis plusieurs mois à l'Hôtel-Dieu, avec des signes de tuberculose douteuse ; elle présente en outre des symptômes de diabète, mais sans glycose, avec une excrétion de 10 gr. d'acide phosphorique en vingt-quatre heures. Depuis quelques jours, des hémoptysies ont apparu, et l'on peut constater aujourd'hui des signes évidents d'induration pulmonaire. Mais je ne veux pas insister sur ce fait, qui entre dans une catégorie tout à fait spéciale.

Bornons-nous donc à faire ressortir le contraste que font entre elles nos deux premières malades. Chez la première, chlorose, pas d'altération pulmonaire, mais diminution dans l'élimination des phosphates. Chez la seconde, chlorose aussi, mais avec tuberculisation commençante, augmentation dans l'excrétion des phosphates. Certes, ces faits méritent d'être pris en considération.

Nous avons dit, dans les propositions énoncées plus haut, qu'il fallait tenir compte, sous peine de s'exposer à des erreurs d'interprétation des phénomènes, du régime suivi par les malades, et nous avons fait jouer à cette considération, dans les observations que nous venons de citer, un rôle assez important.

En effet, l'usage d'une alimentation très-animalisée a, sur la production des phosphates, une influence assez marquée, pour que j'entre à ce sujet dans quelques développements.

Lehmann, le premier, a indiqué qu'un régime très-animalisé pouvait faire monter jusqu'à trois grammes la somme des phosphates terreux éliminés en vingt-quatre heures. Mais il n'y avait là qu'une simple indication que nous avons voulu vérifier nous-même expérimentalement. Or, voici dans quelles conditions nous avons pratiqué notre expérience. Après avoir dosé pendant sept jours consécutifs nos propres urines, à différentes heures de la journée, nous sommes arrivé à établir, comme moyenne de notre excrétion urinaire, les chiffres suivants :

Quantité émise en vingt-quatre heures.....	1400
Densité.....	1025
Acide phosphorique.....	3.25
Urée.....	26

Partant de ces données, nous nous sommes soumis à un régime exclusivement animal; nous nous sommes nourri avec un kilog. de viande aussi peu cuite que possible, désossée et dégraissée ; mangeant à peine cent grammes de pain, pour vaincre le dégoût que nous éprouvions, et supprimant aussi, dans notre alimentation, toute substance hydro-carburée, jusqu'au sucre, pour opérer dans des conditions aussi exactes que possible.

Ce régime a été continué pendant cinq jours, terme auquel, après avoir constaté d'abord une diminution de notre poids de 825 grammes, nous avons reconnu dans nos urines le changement que voici :

Quantité.....	1600	au lieu de	1400
Densité.....	1031	— —	1025
Acide phosphorique.....	7.20	— —	3.25
Urée.....	38	— —	26

Ainsi, nous ne pouvions douter que le régime animal n'ait sur la production des phosphates une influence considérable.

Les oscillations subies par ces différents éléments sont mathématiquement représentées par nos tracés. Les deux premiers montrent le pouls et la température marchant parallèlement l'un à l'autre. L'élévation indiquée pour les deux premiers jours coïncide avec un certain degré d'excitation et de fatigue qui a suivi le commencement de l'expérience. Le troisième tracé représente la quantité des urines émises variant exactement en sens inverse du quatrième, qui est affecté à la marche de la densité. Mais celui-ci a les rapports les plus frappants avec le tracé n° 6, qui représente les variations de l'urée. Enfin le tracé n° 5 est destiné à indiquer les oscillations de l'acide phosphorique.

De prime abord, on pourrait croire à une diminution des phosphates

sous l'influence du régime. Mais il n'y a là de contradiction qu'en apparence. En effet, si les deux premiers jours, l'acide phosphorique semble être tombé de 3 gr. 60 à 2 gr. 60 d'abord, puis à 3 gr. 10, nous pensons néanmoins que la porportion notée est une proportion exagérée, par la raison que nos urines étaient, par suite du régime animal, d'une pauvreté excessive en phosphates de potasse et de soude et que le chiffre de 3 gr. 10 représente presque uniquement des phosphates terreux. Or, si l'on réfléchit que les phosphates alcalins entrent pour près des deux tiers dans la somme des phosphates contenus normalement dans les urines, on peut juger qu'au point de vue absolu, nos urines étaient trop chargées en acide phosphorique.

Le troisième jour, nous nous sommes nourri exclusivement avec de la viande de veau, chair musculaire qui, suivant les analyses de J. Guyot, est la plus riche en principes phosphorés, mais qui contient, par contre, moins de principes azotés que la viande de bœuf et de mouton. Le lendemain de l'expérience, nous notions dans nos urines une diminution notable de l'urée; mais ce ne fut que le surlendemain que la ligne représentant l'acide phosphorique éliminé fit une ascension correspondante. D'où nous devons conclure que les phosphates s'éliminent moins vite que l'urée, qu'ils s'accumulent en quelque sorte dans l'organisme, et qu'ils ne varient pas toujours en sens direct de l'élimination des principes azotés, comme les auteurs l'ont prétendu jusqu'à présent.

Reconnaissons, pour ne pas trop prolonger cette petite digression, l'influence du régime animal sur la production et l'élimination des phosphates, et tirons-en les conséquences qu'elle implique, c'est-à-dire que les malades soumis à un régime très-animalisé, à l'usage de la viande crue par exemple, doivent nécessairement présenter dans leurs urines une augmentation dans les proportions des phosphates excrétés. La malade qui a fait le sujet de notre première observation était précisément dans ce cas. Et c'est pour cela que l'augmentation, notée à l'époque où elle mangeait une plus grande quantité de viande, ne présentait pas les dangers que nous avions cru devoir redouter.

Ces résultats statistiques et cliniques auxquels nous sommes arrivé sont-ils en contradiction avec les données de la physiologie pathologique ?

Évidemment non. La simple idée que nous pouvons nous faire de la nature de la chlorose et de la phthisie pulmonaire jette sur ces recherches un semblant de probabilité qui touche presque à l'évidence. Comment, en effet, se présentent à nous les malades affectés de phthisie pulmonaire ? Ce sont des êtres affaiblis, sans puissance musculaire, que le moindre effort abat; des individus minés par une fièvre presque con-

tinue, qui, chaque soir, vient activer toutes les combustions organiques. Quoi d'étonnant de retrouver alors dans leurs urines les traces de cette suractivité pathologique. Ajoutez à cela que, le plus souvent, ils recourent *thérapeutiquement* à une nourriture riche et abondante, qui viendra, de son côté, augmenter aussi la somme des principes extractifs qu'on rencontrera dans leurs urines.

Les produits des désassimilations organiques unis aux résidus d'une digestion active sont certainement la source de cette richesse spéciale en éléments organiques et phosphorés qui caractérise les urines des phthisiques. Du reste, ce mot implique lui-même l'idée que nous développons ici. Les phthisiques sont des malades qui se dévorent, pour ainsi dire, eux-mêmes, et à ce titre on peut les assimiler presque à des sujets soumis à un régime suranimalisé.

Chez la chlorotique, au contraire, il y a comme un ralentissement des combustions interstitielles. N'est-ce pas à elle surtout qu'il faudrait appliquer ce mot de M. Bouchard, destiné à expliquer le manque d'élimination des phosphates chez certaines hystériques : « Il y a chez elles comme un arrêt des actes organiques » ?

Et ceci se comprend aisément, car bon nombre de raisons militent en faveur de cette assertion : absence de fièvre généralement, alimentation bizarre, difficulté et lenteur des digestions. Absence de fièvre ; par conséquent, pas de suractivité des actes organiques, comme chez la phthisique. Alimentation bizarre et digestions difficiles ; par conséquent, absorption moins considérable des éléments organiques et phosphorés. Car, s'il est vrai de dire avec Schiff qu'une alimentation appropriée est nécessaire à la production de l'acide du suc gastrique ; s'il est vrai d'affirmer, comme MM. Paquelin et Joly l'ont fait récemment dans un mémoire adressé à l'Académie des Sciences, que cet acide est nécessaire à l'absorption des phosphates, qui ne seront assimilés qu'à condition d'avoir été préalablement transformés en phosphates acides ou biphosphates, il résulte de tout cela que la pauvreté des urines des chlorotiques vraies est un fait qui doit bien peu nous étonner.

Et enfin, quand ces explications ne suffiraient pas, celle qui ressort de la nature même de la chlorose rendrait compte à elle seule de ce ralentissement tout spécial des phénomènes vitaux. N'est-ce pas l'insuffisance globulaire qui caractérise au premier chef cette maladie aux mille formes ? N'est-ce pas aussi l'hématie qui va porter dans tous les tissus les éléments des combustions et des échanges. Or, réduisez-les en nombre et en qualité même (puisque les auteurs s'accordent pour admettre que le phosphate de fer est uniquement fixé dans le sang par le globule rouge) ; vous rétrécirez forcément le champ des actes nutritifs, et diminuerez, en conséquence, les résidus des combustions.

Et ces mêmes considérations rendent compte aussi de ce qui se passe dans les périodes ultimes de la phthisie pulmonaire, périodes dans lesquelles cette excrétion exagérée de phosphates signalés au début de la maladie disparaît. Ruiné par des hémoptysies parfois incoercibles, altéré par un défaut d'hématose, que les lésions pulmonaires expliquent, le sang du phthisique qui va mourir n'a plus sa quantité ni sa qualité d'hématies normales ; et rien de plus rationnel alors que de constater chez lui,comme dans la chlorose, une certaine paresse des échanges interstitiels.

Et lors même que les chlorotiques maigrissent, alors même qu'à l'exemple des phthisiques, leurs tissus sembleraient marcher à une désorganisation lente, l'absence de phosphates dans leurs urines n'est pas un fait inexplicable. Pour que l'équilibre soit maintenu dans un tissu vivant, il est de toute nécessité que, chaque jour, de nouveaux éléments nutritifs viennent remplacer les déchets de la veille. Cet apport, comme nous l'avons vu, manque essentiellement dans la chlorose; il reste au dessous de la dépense, et alors, la chlorotique qui maigrit maigrit parce qu'elle n'a pas à donner à son système musculaire les éléments nécessaires à son entretien ou à son développement.

Si enfin nous ne craignions pas de toucher à la pathogénie de la chlorose, nous pourrions encore, en tirant les conséquences ultimes de ce défaut d'élimination du phosphore, apporter un argument nouveau contre la théorie qui assignait comme cause à la chlorose non une insuffisance globulaire, mais une destruction exagérée de ces éléments. Si une pareille théorie était fondée, on devrait trouver dans les urines non plus les signes d'un ralentissement, mais les traces d'uns suractivité des phénomènes vitaux.

Mais je n'insiste pas, car j'ai hâte de conclure.

S'il est bien démontré pour nous qu'au début de la phthisie pulmonaire les phosphates sont excrétés en excès ; s'il est vrai aussi que dans la chlorose ils sont éliminés en proportions minimes; si enfin la clinique confirme par des observations rigoureuses ces caractères tirés de l'examen de la statistique, n'avions-nous pas raison de dire, au début de ce travail, qu'au point de vue du pronostic, on pouvait ajouter une juste importance à la quantité de phosphates excrétés par ces malades auxquelles on donne le nom de chlorotiques, mais pour lesquelles on envisage l'avenir en tremblant. Le médecin qui cherche à s'éclairer dans ces cas si difficiles fera peut-être bon accueil à un signe qui nous paraît présenter un caractère de permanence qui touche presque à la certitude.

Il nous semble que nous avons aussi le droit de supposer que chez les chlorotiques, dans les urines desquelles on a noté une proportion

exagérée d'acide phosphorique, on avait eu affaire ou à des malades qui n'avaient pas attiré l'attention du médecin sur le régime qu'elles suivaient, ou, ce qui est peut-être plus juste encore, à des chlorotiques qui devaient plus tard devenir phthisiques. Car je crois pouvoir répéter, en terminant, ma proposition première :

Toute chlorotique qui, sans être soumise à un régime très-animalisé, présente, même si elle maigrit, une diminution dans l'excrétion des phosphates, ne tournera probablement pas à la phthisie pulmonaire.

Dr LAENNEC

Professeur à l'École de médecine de Nantes.

SUR LE DÉVELOPPEMENT DU TISSU OSSEUX ET DU CARTILAGE

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 23 août 1875. —

M. LAENNEC soumet à l'appréciation des membres de la section quelques *préparations histologiques* qu'il a faites avec la collaboration de M. Malherbe fils, et qui lui semblent clairement démontrer le mode de développement des tissus osseux et des tissus cartilagineux.

Pour lui, suivant en cela les théories émises par Sharpey, Baüer, Müller, Ranvier, il y a entre le tissu cartilagineux et le tissu osseux un état transitoire caractérisé par un tissu de calcification. La transition s'établit graduellement des cellules de cartilage aux cellules du tissu osseux.

Dans la forme d'ossification procédant directement du tissu conjonctif, la transformation est directe ; on voit du côté de l'os se produire de véritables mamelons osseux qui s'engaînent avec des mamelons provenant du tissu conjonctif ; ce tissu, à mesure qu'on se rapproche du tissu osseux, se densifie, disparaît peu à peu, la cellule conjonctive se transformant directement en cellules osseuses.

Le développement du tissu cartilagineux se fait de la même façon : il s'accroît par segmentation des cellules et par transformation directe du périchondre.

M. LE Dr VERNEUIL

Professeur à la Faculté de Médecine de Paris.

NOTE SUR UN POINT DE TRAUMATOLOGIE

— Séance du 23 août 1875. —

DE L'EXPOSITION DES ÉLÉMENTS ANATOMIQUES BLESSÉS A DES CONTACTS ANORMAUX. — CHANGEMENTS MÉSOLOGIQUES DE CES ÉLÉMENTS.

Je me propose, dans la présente note, d'étudier un des phénomènes principaux du processus traumatique, qui, malgré sa fréquence extrême et son importance considérable, n'a encore été ni décrit à part ni même dénommé (1).

Conséquence immédiate de l'établissement du foyer traumatique, il provoque à son tour au sein de ce dernier des phénomènes variés qui régissent la marche et la terminaison de la blessure et qu'il est difficile de prévoir, de comprendre et d'expliquer, si l'on ne connaît pas exactement leur origine première.

Le phénomène en question, ai-je dit, n'a pas reçu de nom spécial; j'ajoute que je serais moi-même assez embarrassé pour lui en donner un à la fois court et clair.

A défaut de définition, je dirai du moins ce que je me propose de mettre en lumière.

Je veux prouver que, dans les lésions traumatiques :

1° Le foyer aussitôt formé est inévitablement soumis au contact anormal de corps étrangers divers;

2° Que ces corps étrangers agissent d'une manière plus ou moins

(1) Le processus traumatique normal est la série des actes ou phénomènes anatomiques, physiologiques ou pathologiques qui se montrent depuis l'origine jusqu'à la terminaison d'un *trauma*. Ces actes nombreux et variés se présentent dans un ordre régulier et à des époques déterminées, de sorte que leur succession constitue l'évolution naturelle de ce trauma.

Si compliquée que paraisse et que soit en réalité cette évolution, elle devient facile à suivre et à comprendre, si on part de la proposition suivante :

Du premier au dernier, chacun des actes successifs a pour origine celui qui le précède et pour conséquence celui ou ceux qui le suivent — en d'autres termes un acte quelconque de la série, d'abord *effet*, ne manque point de devenir *cause* à son tour.

Le processus traumatique ne correspond pas exactement à ce que l'on nomme processus ou travail réparateur, car il comprend des actes destructeurs et qui cependant sont normaux. Evidemment le sens du premier terme est plus large. Je donnerai quelque jour des développements suffisants à ces propositions, qui jettent beaucoup de clarté sur l'étude de la traumatologie.

active sur les éléments anatomiques qui constituent les parois du foyer ;

3° Que, réciproquement, dans un grand nombre de cas, les éléments anatomiques réagissent sur les corps étrangers susdits ;

4° Que de ces actions réciproques résultent des phénomènes nouveaux qui marquent le début du travail réparateur ou préparent l'invasion des accidents qui compliquent les blessures.

Ces propositions, quoique suffisamment explicites, peuvent encore être condensées dans la phrase suivante :

Dans toute lésion traumatique les éléments anatomiques blessés sont exposés au contact anormal de corps étrangers et aux conséquences de ce contact (1).

Pour rendre tout ceci intelligible, il faut rappeler brièvement certains faits.

On sait comment naît le *trauma* (2) :

Une violence portant sur un point de l'organisme sépare brusquement les éléments anatomiques normalement réunis. En d'autres termes, l'application de la violence, *acte premier*, effectue la diérèse, *acte second*. Cette diérèse ou solution de continuité, à son tour, entraîne à sa suite la formation au point blessé d'une région nouvelle, accidentelle, à laquelle on donne le nom de foyer traumatique. Cette formation constitue le *troisième acte* du processus.

Le foyer traumatique peut être défini : *un espace virtuel ou réel compris entre les éléments séparés par la violence et répondant à la ligne de séparation.*

Je dis cet espace *virtuel* quand les éléments ou tronçons d'éléments quoique disjoints restent encore en contact et ne s'abandonnent point — *réel,* au contraire, quand il y a à la fois solution de continuité et de contiguité, production d'un écartement, d'un intervalle mesurable (3).

La formation du foyer traumatique réel a pour conséquence un *acte*

(1) J'ai déjà énoncé sommairement cette proposition dans l'article *Mésologie*, de Bertillon (*Dict. encyclopédique*, 2e série, t. VII, p. 224. 1873).

(2) Je suis très-disposé à adopter ce nouveau terme, emprunté directement à la langue grecque et dont certains auteurs font déjà usage. Plus bref que « lésion traumatique », il entre plus facilement en composition ; il est pour cette dernière raison préférable également à « blessure. » Je ne sais pas d'ailleurs pourquoi il n'est pas usité, car il sert depuis longtemps de radical au terme excellent de *traumatologie*, anciennement employé et qui est bien injustement tombé en désuétude.

(3) L'espace virtuel peut devenir réel (écartement consécutif) ou réciproquement (rapprochement consécutif); le changement peut se faire rapidement ou lentement, peu de temps ou longtemps après la blessure ; être spontané ou provoqué par l'art; être temporaire ou définitif; résulter de la violence elle-même, de l'action du corps vulnérant, de la mise en jeu des propriétés de tissu, élasticité, contractilité, etc. Je laisse de côté pour le moment toutes ces particularités.

quatrième, qui consiste essentiellement en *un changement de rapports des éléments anatomiques disjoints.*

Expliquons brièvement la chose :

Les éléments anatomiques sont généralement réunis les uns aux autres par une matière unissante anhiste, amorphe, plus ou moins résistante, dite suivant les cas intercellulaire, interfibrillaire, intertubulaire, etc.; de plus, ils sont souvent contenus en nombre grand ou petit dans des gaînes, des capsules ou des canaux.

Les uns, arrondis, aplatis, polyédriques, etc., ont la forme de cellules; les autres présentent une certaine longueur, par suite de la prédominance d'une de leurs dimensions sur les deux autres.

La violence détruit la matière unissante, déchire les enveloppes contentives, disjoint les cellules, dissocie les faisceaux, ou enfin rompt dans leur continuité les fibres ou les tubes.

Dans tous ces cas la séparation change les rapports statiques des parties diérèsées et permet le contact accidentel de ces parties avec des corps nouveaux qui s'insinuent dans leur intervalle et tendent à le remplir (1).

Je ne m'arrêterai pas aux changements du premier genre, c'est-à-dire aux déplacements que subissent les cellules disjointes, les bords déchirés des enveloppes et les tronçons des éléments allongés. Tout cela est plus ou moins bien traité dans les classiques, au paragraphe de l'*écartement en général,* et je concentrerai mon attention sur les changements de contact, qui font spécialement l'objet du présent travail.

Démontrons d'abord que tous les foyers traumatiques sont en contact avec des corps étrangers.

Il est de toute évidence qu'une cavité se formant dans un corps solide par l'écartement de ses molécules est instantanément remplie par les corps ambiants. Les choses ne se passent pas autrement dans notre organisme, mais plusieurs cas se présentent :

A. Un agent vulnérant venu du dehors creuse lui-même la cavité et y reste, comme le clou dans la planche.

B. L'agent susdit ne fait dans nos tissus qu'un séjour temporaire, mais à peine sorti il est remplacé par d'autres corps, fluides ou solides,

(1) Je passe sous silence et à dessein le cas où les éléments anatomiques, quoique contigus, sont les uns par rapport aux autres dans un état de liberté absolue, ce qui s'observe pour les éléments figurés de nos humeurs, pour les fibres élastiques et les faisceaux entrelacés du tissu conjonctif lâche, pour les surfaces opposées de certaines cavités normales.

L'indépendance naturelle de ces éléments permet leur changement de rapports physiques et de contact, leur écartement, la formation d'un espace mesurable, et la pénétration dans cet espace de substances diverses; mais le tout étant possible sans diérèse préalable, ces faits ne rentrent pas dans le cadre de la traumatologie; c'est pourquoi je ne veux pas m'y arrêter.

appartenant au monde extérieur ou provenant de l'organisme lui-même.

C. Pendant son séjour passager ou prolongé, l'agent vulnérant peut abandonner dans la plaie : une partie de lui-même, certaines matières auxquelles il servait de véhicule ou de support (plaies contaminées ou empoisonnées), certains produits résultant de l'action physique ou chimique qu'il exerce sur nos tissus (plaies contuses, plaies avec escharre), certains produits encore dérivant de l'action réciproque que nos tissus exercent sur lui. Dans tous ces cas, où la diérèse est directement effectuée par un agent venu du dehors, et pour ces blessures en libre communication avec le monde extérieur, le contact du foyer traumatique avec les corps étrangers est indéniable.

D. J'en puis dire autant des traumas à siège plus profond, en communication médiate avec le dehors, intéressant par exemple les cavités muqueuses rapprochées des orifices naturels (cavités faciales, larynx, pharynx, vagin, vessie, rectum, etc.). Si, dans ces cas, l'agent vulnérant ne séjourne pas, il est remplacé par l'air atmosphérique, par les produits de sécrétion des muqueuses, enfin par les divers ingesta et excreta qui traversent continuellement les cavités susdites et auxquels on ne saurait refuser la qualité de corps étrangers.

E. La difficulté commence réellement aux cas où la diérèse s'est effectuée dans la profondeur de nos organes sans le concours direct d'un agent vulnérant venu du dehors, ou en un point distant du lieu où cet agent vulnérant a touché nos tissus. Je fais allusion soit aux contusions et aux blessures par contre-coup, soit aux déchirures ou ruptures produites par les actions physiologiques exagérées.

Ici comme toujours la cavité traumatique admet les corps ambiants ; mais ceux-ci sont vivants, ils appartiennent à l'organisme, et à ce titre n'ont jamais été considérés comme étrangers. Or, je dis qu'ils le sont, et que ma proposition n'est paradoxale qu'en apparence.

Personne d'abord ne refusera la qualité de corps étrangers aux produits de sécrétion et d'excrétion. Mises à part les fèces, sur lesquelles il n'y a pas de discussion possible, la salive, la bile, l'urine, le sperme, les larmes, etc., font, il est vrai, partie de l'organisme ; ils en sortent et peuvent même y rentrer par absorption, c'est-à-dire à la manière des ingesta ordinaires, mais nulle part on ne les trouve complets, si ce n'est dans leurs canaux et réservoirs, jamais ils ne pénètrent en nature dans les interstices organiques d'un sujet sain, et quand ils pénètrent dans un foyer traumatique ils s'y comportent comme de véritables corps étrangers, ce que, je pense, nul ne contestera. Restent donc les sérosités, la graisse, les liquides nourriciers, sang et lymphe, enfin les éléments anatomiques solides qui, par suite de leurs déplacements ou

de la destruction de leurs gaînes protectrices, arrivent fortuitement en contact inaccoutumé. Ceux-ci constituent-ils les uns pour les autres des corps étrangers, et leur contact réciproque doit-il être considéré comme anormal ?

Il suffit, ce me semble, de poser la question pour la résoudre, mais je crois bon cependant d'entrer dans quelques détails sur ce point capital.

J'ai établi dans une courte note sur la mésologie histologique (1) que les éléments anatomiques, véritables êtres organisés complets malgré leur petit volume, possèdent un milieu propre, particulier, spécial pour chaque espèce ; — que ce milieu, nécessaire, indispensable même à leur vie normale, se compose d'un nombre plus ou moins considérable d'autres éléments similaires ou dissimilaires ; que, par exemple, le globule sanguin a pour milieu le plasma du sang, et qu'il s'y trouve en compagnie avec les leucocytes et les cellules de l'endothélium vasculaire ; — que le médulocelle a pour milieu la moelle composée de graisse, de matière amorphe, de vaisseaux, etc. ; — que le tube nerveux primitif a pour milieu le périnèvre et les autres tubes renfermés dans la même gaîne ; que le cristallin a pour milieu exclusif la capsule anhiste qui l'entoure, etc.

J'ai insisté dans le même article sur ce fait important que dans l'état physiologique aucun élément n'est et ne doit jamais être en rapport qu'avec les corps solides, liquides ou gazeux qui constituent son milieu normal ; que, par exemple, les cellules épithéliales de la vessie ne doivent être jamais en contact qu'avec l'urine par une de leurs faces et avec le derme vésical par l'autre ; — que le globule sanguin ne doit jamais sortir de ses vaisseaux ; — que les espaces conjonctifs ne doivent jamais renfermer une seule parcelle d'un produit quelconque de sécrétion, ni une bulle d'air atmosphérique, ni une gouttelette d'huile, ni un corpuscule de lymphe, ni une hématie, ni un leucocyte.

Et comme corollaire, j'ai affirmé l'existence d'un état pathologique toutes les fois qu'on trouvait un élément anatomique hors de son milieu, ou qu'on constatait dans un milieu histologique l'apparition d'un corps solide, liquide ou gazeux, étranger à sa composition normale.

Si vous daignez me dispenser de fournir la preuve de toutes ces propositions, ce qui, d'ailleurs, serait très-facile, nous allons en faire l'application immédiate à l'étude des traumas.

Il est impossible de concevoir une solution de continuité, quelle qu'elle soit, portant sur une région quelconque de l'économie, sans

(1) *Dict. Encyclop.*, 2e série, T. VII, p. 220.

qu'il en résulte un changement de milieu pour les éléments qui limitent le foyer traumatique.

Enlevez par abrasion une mince lamelle d'épiderme stratifié, vous exposez prématurément les jeunes cellules du corps de Malpighi au contact de l'atmosphère qu'elles ne devaient subir que plus tard, à leur période de sénilité. Que l'abrasion aille jusqu'au derme sans l'intéresser, vous privez de leur protection naturelle, vous exposez encore à un contact inaccoutumé les extrémités terminales des nerfs sensitifs.

Une seule fibre conjonctive est rompue dans la profondeur, ses deux bouts s'écartent, et les deux surfaces de section se trouvent aussitôt baignées par la vapeur séreuse qui flotte dans les espaces du tissu lamineux. Il se passe là, en petit, la série des phénomènes que l'on observe à la suite de la rupture d'un tendon plus volumineux, avec cette seule différence que la vapeur séreuse est remplacée parfois par un mélange de synovie et de sang.

Si la rupture porte sur un tube nerveux ou que celui-ci soit divisé par l'instrument le plus acéré, aussitôt sont mis à nu dans le foyer les deux bouts du cylinder axis, si bien protégé d'ordinaire.

Faites par tiraillement, pression forte, ou application d'une fine ligature, une solution de continuité si minime qu'elle soit à la face profonde d'un vaisseau; la tunique interne est éraillée; il en résulte aussitôt en ce point un changement de milieu et pour la tunique moyenne mise à nu et pour le sang, qui, par suite de ce contact anormal, ne tarde pas à se coaguler.

Même résultat si le vaisseau gros ou petit est entièrement rompu; le sang s'échappe au dehors, dans les cavités naturelles, dans les interstices ou les parenchymes suivant les cas; alors tout ce qu'il touche dans sa migration engendre pour lui un contact anormal qui provoque encore sa coagulation. Réciproquement, il joue, par rapport à tous les tissus qu'il baigne, le rôle de corps étranger.

Analysez la constitution anatomique d'un foyer traumatique quelconque, et vous constaterez sans peine l'invariabilité du fait que j'avance.

Je crois inutile de multiplier les exemples, mais je prévois deux objections :

1° On me reprochera d'abord d'étendre démesurément le sens du mot *corps étranger,* qui, dans le langage médical usuel s'applique seulement à des corps le plus souvent inorganisés venus du dehors, n'ayant jamais appartenu à notre économie, ou dans le cas contraire provenant de ses déchets (concrétions, calculs), ou de ses mortifications partielles (nécrose ou nécrobiose).

A quoi je réponds que cette acception est évidemment trop res-

treinte et qu'il faut donner du terme en question une définition plus complète, plus large et plus claire.

Le monde extérieur, en effet, nous prête une foule de substances inorganiques, de véritables corps bruts qui entrent cependant dans la composition de nos solides, de nos humeurs, et en font partie intégrante, au moins temporairement.

Pendant qu'ils sont à l'état de combinaison organique régulière et confinés aux lieux et places que la chimie anatomique leur assigne, ils ne sont point à coup sûr corps étrangers ; mais en serait-il de même si, pris dans les bocaux d'un laboratoire, ils étaient introduits par effraction dans nos tissus?

L'eau, l'air atmosphérique, sont dans le même cas ; ce dernier ne constitue pas un contact anormal pour notre épiderme et quelques-uns de nos épithéliums, il remplit physiologiquement nos vésicules pulmonaires et plusieurs cavités osseuses profondes ; il pénètre normalement dans le système vasculaire, se dissout dans le sang et circule avec lui ; donc ce n'est point un corps étranger.

Et pourtant ne le devient-il pas pour la surface des plaies, dans l'emphysème traumatique, et quand dans une opération chirurgicale il s'introduit dans les veines ?

Même remarque pour nos humeurs et pour nos tissus normaux. La bile et l'urine sont naturellement situées dans leurs réservoirs et canaux ; mais dans le système vasculaire, dans le tissu conjonctif, dans la cavité péritonéale ne sont-ils pas corps étrangers? N'en peut-on pas dire autant du sang épanché dans les ventricules cérébraux, du cristallin dans la chambre antérieure, de l'esquille osseuse qui laboure la pulpe cérébrale ou du fragment aigu d'un fémur fracturé qui lacère les muscles voisins?

Il ressort de tout ceci qu'il faut résolument s'affranchir des entraves du langage convenu et donner au mot corps étranger un sens beaucoup plus vaste.

Pour moi, ainsi qu'un homme devient un étranger dès qu'il a franchi le seuil d'une demeure qui n'est pas la sienne, ou cette ligne fictive qu'on appelle frontière, je propose, en pathologie, de réputer étranger tout corps venu du dehors et pénétrant en des points de notre organisme qui lui sont physiologiquement interdits, et aussi tout principe immédiat, élément anatomique, tissu ou organe en état d'ectopie, c'est-à-dire ayant quitté sa place pour pénétrer en intrus dans un milieu organique qui n'est pas le sien.

2° Le second reproche porterait encore sur une question de mots, sur une nouvelle atteinte au langage classique. On sait que depuis John Hunter toutes les lésions traumatiques sont réparties en deux

classes, suivant qu'elles sont soustraites ou exposées au contact de l'air, d'où le nom de *plaies exposées* donné par abréviation à celles qui communiquent avec l'extérieur.

Si, comme je l'affirme, *l'exposition,* non pas seulement à l'air mais aux corps étrangers en général, devient un caractère commun à tous les traumas, elle ne peut plus servir à qualifier exclusivement certains d'entre eux. Donc, il faut ou ne plus parler des plaies exposées comme variété distincte ou admettre autant de genres d'expositions qu'il y a de corps étrangers capables de se mettre en contact avec le foyer des plaies.

Mieux vaut, suivant moi, renoncer à une épithète usuelle que de lui donner une extension qui lui ôte toute signification spéciale et précise (1).

Mais revenons à l'histoire générale des contacts anormaux ; non-seulement ils existent dans toutes les blessures, mais encore dans la grande majorité des cas ils y sont à la fois multiples et changeants, proposition assez importante pour être péremptoirement établie.

On peut certainement concevoir un trauma assez simple pour que son foyer, constitué par un seul élément ou par des éléments similaires, ne donne accès qu'à une seule substance étrangère ; c'est ce qui arriverait pour la rupture d'*une seule* fibre élastique ou conjonctive, pour la pénétration d'un parasite dans l'épaisseur de l'épiderme stratifié, pour la déchirure d'une valvule veineuse ou d'un tendon filiforme du

(1) Depuis bien longtemps, dans mes cours et plus récemment par la plume d'un de mes élèves (Mascarel, 1872, *Thèse inaugurale*), j'ai combattu la classification dichotomique de Hunter et celles qui en sont dérivées. Aux deux classes j'en ai substitué trois et j'ai décrit des *lésions interstitielles*, des *lésions cavitaires* et des *lésions ouvertes à l'extérieur*. Le genre d'exposition et la nature des contacts anormaux varieraient pour chacune d'elles.

Le foyer des premières ne contiendrait que des fluides nourriciers et les éléments anatomiques déplacés.

Dans celui des secondes on trouverait en plus les excreta et les secreta divers.

Enfin, dans celui des troisièmes, on constaterait par surcroît l'air atmosphérique et les corps empruntés au milieu extérieur. Le pronostic pourrait facilement tirer parti de ces données.

Si l'on m'adresse les deux reproches précédents, il faudra bien en revanche me rendre une justice : c'est que je rétablis la limite des lésions traumatiques, une des classes les plus naturelles de la nosographie, une de celles qui se prêtent le mieux à la synthèse.

Je les dote en effet d'un caractère constant, aussi invariable que leur caractère étiologique et leur caractère anatomique ; alors disparaissent ces distinctions basées sur le siége, sur le contact avec un seul agent, l'air atmosphérique, sur le pronostic. J'accorde qu'une plaie dite, sous-cutanée et une plaie ouverte ne se comportent pas exactement de la même manière et qu'à partir d'un certain moment de leur durée elles évoluent différemment. J'accorde qu'à étendue égale les premières sont plus bénignes que les secondes, que le mode de terminaison est un peu autre, mais je trouve que la séparation a été trop profondément tracée et qu'on s'est beaucoup trop attaché aux différences en négligeant les analogies. C'est mon droit et mon devoir de rendre à ces analogies leur valeur dans le parallèle.

Par quoi les lésions traumatiques se ressemblent, serait une belle question à traiter; ce premier travail lui servirait de base.

cœur, en un mot pour ces lésions microscopiques ou quasi telles qui passent facilement inaperçues.

Mais dans les blessures dont le chirurgien s'occupe tous les jours, les choses se compliquent, et la multiplicité des contacts résulte à la fois du nombre plus ou moins grand des corps étrangers, pénétrant dans le foyer, et du nombre également considérable d'éléments anatomiques qui constituent ce même foyer. Citons un exemple :

Soit une plaie intéressant toute l'épaisseur de la peau. Le foyer renfermera d'abord l'air atmosphérique et les particules qui peuvent y flotter, puis du sang, de la lymphe, de la graisse liquide.

Sa paroi ne sera pas moins hétérogène, car nous y trouverons divisés ou dénudés, l'épiderme, le corps papillaire, le derme avec ses glandes sébacées, ses follicules pileux, le tissu conjonctif avec ses glomérules sudoripares, ses vésicules adipeuses, ses colonnes fibreuses, puis enfin des nerfs, des vaisseaux sanguins et lymphatiques.

Notons en passant que si la plaie a été faite par un instrument tranchant, tous les éléments susdits ont été momentanément soumis au contact du fer. Celui-ci passé, aussitôt se sont produits l'affluence des corps étrangers multiples précités, et leur contact avec les éléments anatomiques nombreux que je viens d'énumérer, d'où cette conclusion que : *Les contacts anormaux sont d'emblée et simultanément multiples.*

Au point de vue pratique, il est fort important de dresser en partie double, et pour chaque blessure en particulier, la liste complète de ces contacts; en d'autres termes, de faire entrer dans le diagnostic anatomique de la lésion *tous* les éléments lésés et *tous* les corps étrangers mis en rapport immédiat avec eux, car des uns et des autres va dépendre la marche ultérieure de la blessure, marche si utile à prévoir.

L'omission d'un seul terme de l'équation peut conduire à des erreurs graves; supposons, en effet, l'agent vulnérant contaminé, c'est-à-dire imprégné d'une matière virulente qu'il abandonne en passant dans la plaie; ignorant ce détail, nous ne plaçons pas dans notre liste le toxique en question, et nous sommes dans la suite désagréablement surpris d'une évolution que nous n'avions pas soupçonnée et qu'il devient souvent impossible d'entraver.

Les contacts anormaux ne sont pas seulement multiples, ils sont encore *changeants;* on peut s'en convaincre, en examinant la plaie dont nous parlions tout à l'heure vingt-quatre heures après sa production : on constatera sans peine des changements considérables et dans les corps étrangers qui remplissent le foyer et dans la constitution anatomique de ce dernier.

Le sang, s'il en existe encore, est coagulé, le plus souvent il est remplacé par un fluide appelé lymphe plastique, qui provient peut-être du bout périphérique des vaisseaux lymphatiques non encore oblitéré ou de la transsudation du sérum sanguin à travers les parois capillaires, mais qui, dans tous les cas, est loin d'être homogène, car le microscope y découvre des hématies, des leucocytes en quantité considérable, des gouttelettes d'huile, des granulations moléculaires, sans préjudice de corps étrangers divers, apportés par l'atmosphère. Ce n'est pas tout encore, à peine les premiers fluides affluent-ils dans le foyer, que l'air qui s'y mélange commence à les métamorphoser, d'où la présence d'un produit nouveau, innommé, encore mal connu chimiquement, n'appartenant d'une manière normale ni au monde intérieur, ni à l'organisme, et que nous ne connaissions guère jusqu'ici et depuis peu de temps, que par ses propriétés délétères ; celle entre autres qui consiste à provoquer l'inflammation des tissus exposés à son contact inaccoutumé. C'est ce fluide auquel nous avons donné jadis le nom de *virus traumatique,* sans nous prononcer sur sa nature réelle.

Les parois du foyer ne sont pas moins transformées. Les vaisseaux sanguins sont clos, souvent obturés dans une certaine longueur par un caillot ; d'où l'ischémie d'une couche plus ou moins épaisse des tissus qui limitent immédiatement la cavité traumatique, d'où encore la mortification déjà réalisée ou prochaine d'une partie plus ou moins considérable de cette couche ischémiée, d'où enfin la naissance d'une escharre, produit nouveau, putride ou putrescible, source d'un contact anormal pour les tissus voisins et agissant sur eux, soit à titre de tissu mort, soit parce qu'il est imbibé du virus traumatique.

Les autres éléments anatomiques divisés ou mis à nus par la diérèse changent aussi. Les bouts nerveux s'étranglent et s'épanouissent, les vésicules adipeuses se rompent par dissolution de leur membrane d'enveloppe, les éléments cellulaires, épiderme, épithéliums, corpuscules du tissu conjonctif, se tuméfient ; les unes se désagrégent, les autres se multiplient rapidement de façon à combler les interstices béants et à se substituer à tous les autres éléments de la paroi. En un mot, la métamorphose s'empare parallèlement des corps étrangers primitifs et des parois du foyer traumatique, et engendre sans cesse de nouveaux contacts anormaux.

Renouvelé à diverses époques, et pratiqué suivant les mêmes règles, l'examen de la blessure montre encore de nouvelles métamorphoses ; d'où cette conclusion que : *Les contacts anormaux changent continuellement pendant la durée tout entière du processus traumatique.* Naturellement ces changements ont des causes, mais je ne

pourrais les indiquer sans avoir étudié préalablement les effets généraux des corps étrangers sur les éléments lésés et la réaction réciproque de ces derniers. Croyez-moi provisoirement quand j'affirme que tout s'explique à merveille et que chaque métamorphose est la conséquence nécessaire et inévitable des contacts anormaux primitifs et successifs.

J'ai quelques remarques à ajouter sur *la durée des contacts anormaux*. Ceux-ci étant changeants, doivent être passagers, et les corps étrangers se modifiant sans cesse, ne sauraient faire dans le foyer traumatique qu'un séjour temporaire, voilà ce que la théorie indique d'une façon générale. Mais l'observation nous montre les choses sous un aspect moins simple et la durée des contacts infiniment variable. Parfois le corps étranger ne fait que toucher nos tissus et les abandonne aussitôt, parfois il y séjourne pendant des jours et des semaines, parfois enfin, il ne les quitte plus, dussions-nous vivre cent ans. Le projectile qui traverse un membre avec la rapidité de l'éclair, la suture, la ligature, qui se détachent du huitième au quinzième jour, les grains de poudre et les corps chimiques du tatouage nous représentent des types bien nets de ces variations.

Les intermédiaires entre une seconde et la durée totale de la vie sont nombreux ; mais pour les besoins de la cause, il suffit d'admettre des contacts *instantanés, courts, prolongés et indéfinis*. La durée du séjour d'un corps étranger varie suivant un grand nombre de circonstances parmi lesquelles il faut placer au premier rang l'altérabilité ou la non-altérabilité de ce corps, la faculté qu'il possède de se renouveler, et enfin la réaction qu'il provoque de la part des tissus vivants.

Nous ne pouvons traiter ici d'une façon même sommaire cette vaste question ; aussi nous bornerons-nous à en indiquer quelques points.

Le même corps étranger peut, suivant les cas, séjourner quelques secondes ou des années entières. Le projectile déjà cité en est un exemple, les éléments anatomiques en état d'ectopie sont parfois dans ce même cas.

Dans les plaies ouvertes, plusieurs corps étrangers baignent à la fois les parois du foyer ; les uns disparaissent promptement, tels le sang, la lymphe ; un autre persiste jusqu'à la fermeture complète de la brèche, c'est l'air atmosphérique. Dans cette même plaie, le pus apparaît après un certain temps, mais une fois formé il persiste indéfiniment jusqu'à l'occlusion plus ou moins retardée de la blessure.

L'action du contact anormal varie beaucoup, suivant la durée plus ou moins longue du séjour. Les contacts les plus manifestement nui-

sibles lorsqu'ils sont prolongés, sont au contraire parfaitement innocents s'ils sont courts et surtout instantanés.

La réaction locale, provoquée par le contact anormal, offre tous les degrés et toutes les formes imaginables : violente ou nulle, soudaine ou lente, passagère ou durable, protectrice ou dévastatrice, etc.

C'est seulement en traitant des effets des contacts anormaux qu'on pourra signaler toutes ces différences et en donner l'explication.

M. Le Dr Alf. HOUZÉ de L'AULNOIT

RÉGLEMENTATION DE LA FORCE DE PRESSION DES BANDES ET DES TUBES ÉLASTIQUES DESTINÉS A PRODUIRE L'ISCHÉMIE PROVISOIRE, D'APRÈS LA MÉTHODE D'ESMARCK

— Séance du 24 août 1875. —

La méthode d'Esmarck a été, dès son apparition, l'objet d'un accueil sympathique de la part de tous les chirurgiens. Avec l'usage, on ne tarda pas à constater les graves complications engendrées par le garot, tels que : contusion des muscles, déchirures de leurs gaînes celluleuses, paralysie des nerfs vaso-moteurs, hémorrhagie en nappe à la surface des plaies et gonflement d'abord congestif, puis inflammatoire des masses musculaires écartant, après l'opération, les lambeaux et les rendant insuffisants. A la stupeur produite par la constriction, succéda même, chez un grand nombre d'opérés, la gangrène des parties molles.

Devant de si graves conséquences, plusieurs chirurgiens se décidèrent à renoncer aux avantages de l'ischémie provisoire par le procédé d'Esmarck et revinrent à la compression digitale, qui, bien faite, ne prive les malades que d'une bien faible quantité de sang.

Ayant été témoin, dans plusieurs de mes amputations, des effets dangereux des tubes ou des bandes élastiques, je me suis demandé si on n'exagérait pas le degré de constriction et s'il n'y aurait pas possibilité de soumettre à des données précises et même mathématiques la force que réclame l'oblitération des systèmes artériel et veineux.

Opérant surtout sur des enfants, j'en vins à repousser l'emploi du tube pour adopter la simple bande en caoutchouc.

La réglementation de cette bande exigeait plusieurs expériences.

Tout d'abord, j'eus recours à des injections dans le système artériel

de cadavres dont j'avais amputé les membres avant de les comprimer avec le tissu élastique. Desserrant alors le lien constricteur jusqu'au moment où apparaissait le liquide, je reconnus qu'il fallait relativement très-peu de puissance pour oblitérer les vaisseaux.

La longueur qu'avait acquise la bande enroulée sur la cuisse, le jambe, le bras, me donna ainsi la tension minima nécessaire à la production de l'ischémie.

J'ai renouvelé ces mêmes expériences sur le vivant ; et, au lieu d'injection comme criterium, j'adoptai la pulsation artérielle.

Après avoir engagé un aide à maintenir son doigt sur l'artère radiale, je serrai la bande sur le bras jusqu'à ce qu'il ne perçût plus les battements du vaisseau. J'en fis de même pour la cuisse. Il me fut alors facile de reconnaître qu'avec une bande type, d'une longueur de 0m 60 centimètres, d'une largeur de 0m 04 centimètres, et d'une épaisseur de 0m 0013, les allongements correspondaient, pour la cuisse, à une tension égale à celle d'un poids de 2,200 grammes, et pour le bras, à celle de 1,500 grammes.

Pour les enfants et les femmes, la tension était réduite d'un tiers au moins.

J'eus donc l'idée de faire des tableaux établissant les allongements d'un certain nombre de bandes variables par leur longueur, leur largeur et leur épaisseur à l'aide de poids placés successivement à une de leurs extrémités, en ayant soin de commencer par un hecto et d'aller ainsi progressivement en augmentant les charges jusqu'à la rupture des bandes.

Mettant en regard sur une même ligne l'allongement et le poids correspondant, il devient très-simple de reconnaître quelle longueur on doit imprimer à la bande pour l'ischémie de la cuisse ou du bras.

Avec ces tables ainsi dressées, il suffit, pour savoir le nombre de tours à faire autour d'un membre, de diviser la longueur de la bande par la circonférence du membre.

En effet, avec la bande-type, le poids de 2,200 grammes donnant une longueur de 1m 74, et la circonférence de la cuisse étant de 0m 50, on n'a qu'à diviser 1m 74 par 0m 50 ; le quotient 3 et demi, révélé, indiquera le nombre de circulaires.

Pour le bras, on aura recours à la même méthode.

Voici les résultats de quelques-unes de mes expériences qui permettront d'apprécier la manière d'opérer :

EXPÉRIENCES SUR LE DEGRÉ DE TENSION QU'EXIGE AVEC LA BANDE TYPE L'ISCHÉMIE DE LA CUISSE ET DU BRAS.

Première expérience à l'hôpital Saint-Sauveur sur la cuisse d'une femme âgée de 25 ans, d'un embonpoint modéré, mesurant à sa partie moyenne 0m 43 centimètres de circonférence.

Avant de procéder à l'ischémie, je déclare à plusieurs confrères ainsi qu'à des élèves de mon service que le nombre de centimètres, placé en regard du poids 2200 grammes, doit indiquer la longueur qu'il faudra imprimer à la bande pour obtenir l'oblitération du système artériel.

Consultant le tableau ci-joint, nous trouvons, comme chiffre correspondant à ce poids, 1m 74 centimètres.

Divisant alors cette longueur par les 0m 43 qui mesurent la circonférence, nous obtenons 4.

Ce chiffre 4 représente le nombre de tours que nous devrons pratiquer sur le membre.

M. Breton, chirurgien-major, tient son doigt appliqué sur l'artère pédieuse; il sent manifestement ses pulsations. Après avoir appliqué les quatre tours circulaires de la bande, la peau de la jambe prend une teinte cadavérique, et notre confrère nous déclare ne plus sentir les battements de l'artère.

Toute circulation est en effet anéantie.

Pour obtenir ce résultat, nous n'avons dû faire éprouver à cette bande qu'une tension en rapport avec celle qu'aurait pu lui imprimer un poids de 2200 grammes.

DEUXIÈME EXPÉRIENCE.

Nous agissons ensuite sur le bras droit de cette même malade, lequel mesure 0m 25 de circonférence.

Je déclare que l'allongement qu'on doit faire subir à notre bande doit être égal à celui que lui ferait éprouver un poids de 1400 à 1500 grammes. On consulte le tableau et on trouve que pour 1400 grammes la longueur est de 1 m 02.

La division de 1m 02 par les 25 centimètres de la circonférence du bras donnant 4, ce chiffre nous représente le nombre de tours circulaires à appliquer autour du membre.

Un des assistants tient sous son doigt l'artère radiale. A peine la bande s'est-elle enroulée quatre fois sur la circonférence de la partie moyenne du bras, que les battements de l'artère radiale disparaissent ; le membre est complétement anémié. Sa coloration est d'un blanc mat.

Desserrant ensuite la bande et ne lui faisant faire que trois tours, on sent les pulsations artérielles; les veines se gonflent et la peau prend alors une teinte bleuâtre.

Trois tours représentent une longueur de 0m 75.

Nous recherchons à quel poids correspond cette nouvelle tension et nous lisons 700 grammes, chiffre insuffisant pour l'oblitération artérielle, mais qui pourrait être utilisé pour la phlébotomie.

Désireux d'apprécier la différence que pourraient apporter les vêtements à l'action compressive du tissu élastique, nous entourons de nouveau le bras recouvert de la chemise et de la manche de la robe de quatre tours circulaires. Par suite de l'épaisseur des vêtements, la circonférence ayant augmenté de deux centimètres, la bande arrive à une longueur de 1m 08 au lieu de 1m 02. D'après le tableau, cette longueur correspond à une tension de 1500 grammes environ.

Sous cette pression, l'ischémie a été complète.

Ainsi donc, malgré les vêtements, on peut obtenir l'anémie d'un membre sans élever sensiblement la force de compression.

Si on agissait sur la cuisse revêtue d'un pantalon, au lieu de 0m 43, on aurait 0m 50.

En admettant trois tours et demi, la tension équivaudrait à 2,200 grammes, chiffre correspondant sur le tableau à la longueur à 1m 74.

Pour quatre tours ou deux mètres, le poids serait de 2500 grammes.

Sous tous les rapports, cette bande me paraît être suffisante pour obtenir l'arrêt de la circulation de la cuisse et du bras, et je pense qu'on pourrait avantageusement l'adopter comme bande-type.

En la confiant aux officiers, sous-officiers et ambulanciers lors d'une entrée en campagne, elle sauverait bien des malheureux qui meurent

d'hémorrhagie sur le champ de bataille, avant que les chirurgiens ne puissent leur porter des secours.

La recommandation aux personnes étrangères à l'art de guérir qui posséderaient cette bande, pourrait se réduire à ces quelques mots :

Trois circulaires et demi pour la cuisse et quatre pour le bras; de manière à arriver dans le premier cas pour une circonférence de 0m 50, à une tension égale de 2200 grammes environ, et dans le second à 1500 grammes pour une circonférence de 0m 25 centimètres.

BANDE TYPE

Allongements imprimés à une bande type ayant servi à de nombreuses expériences d'une longueur de 0m 60, d'une largeur de 0m 04, et d'une épaisseur de 0m 0013, par les poids suivants :

POIDS en GRAMMES.	LONGUEURS.	POIDS en GRAMMES.	LONGUEURS.	POIDS en GRAMMES.	LONGUEURS.
0	0m 60	1.400	1m 02	2.800	2m 40
100	0 61	1.500	1 10	2.900	2 48
200	0 63	1.600	1 17	3 000	2 54
300	0 65	1.700	1 25	3.250	2 70
400	0 67	1.800	1 33	3.600	3 00
500	0 69	1.900	1 43	4.000	3 32
600	0 71	2.000	1 52	4.900	3 60
700	0 74	2.100	1 65	6.000	3 90
800	0 77	2.200	1 74	6.900	4 20
900	0 80	2.300	1 85	7.500	4 50
1 000	0 83	2.400	1 95	8.200	4 80
1.100	0 87	2.500	2 04		Rupture de la bande.
1.200	0 91	2.600	2 15		
1.300	0 97	2.700	2 24		

De ce tableau, on peut obtenir la projection suivante qui permettra d'apprécier les différences des tensions qu'exige un allongement suc-

cessif de 0m 30, c'est-à-dire de la moitié de la longueur de la bande type :

Projection des tensions et allongements successifs d'une bande type longue de 0m 60, *large de* 0m 04 *et épaisse de* 0m 0013 *soumise à des poids de* 0gr *à* 8,200gr.

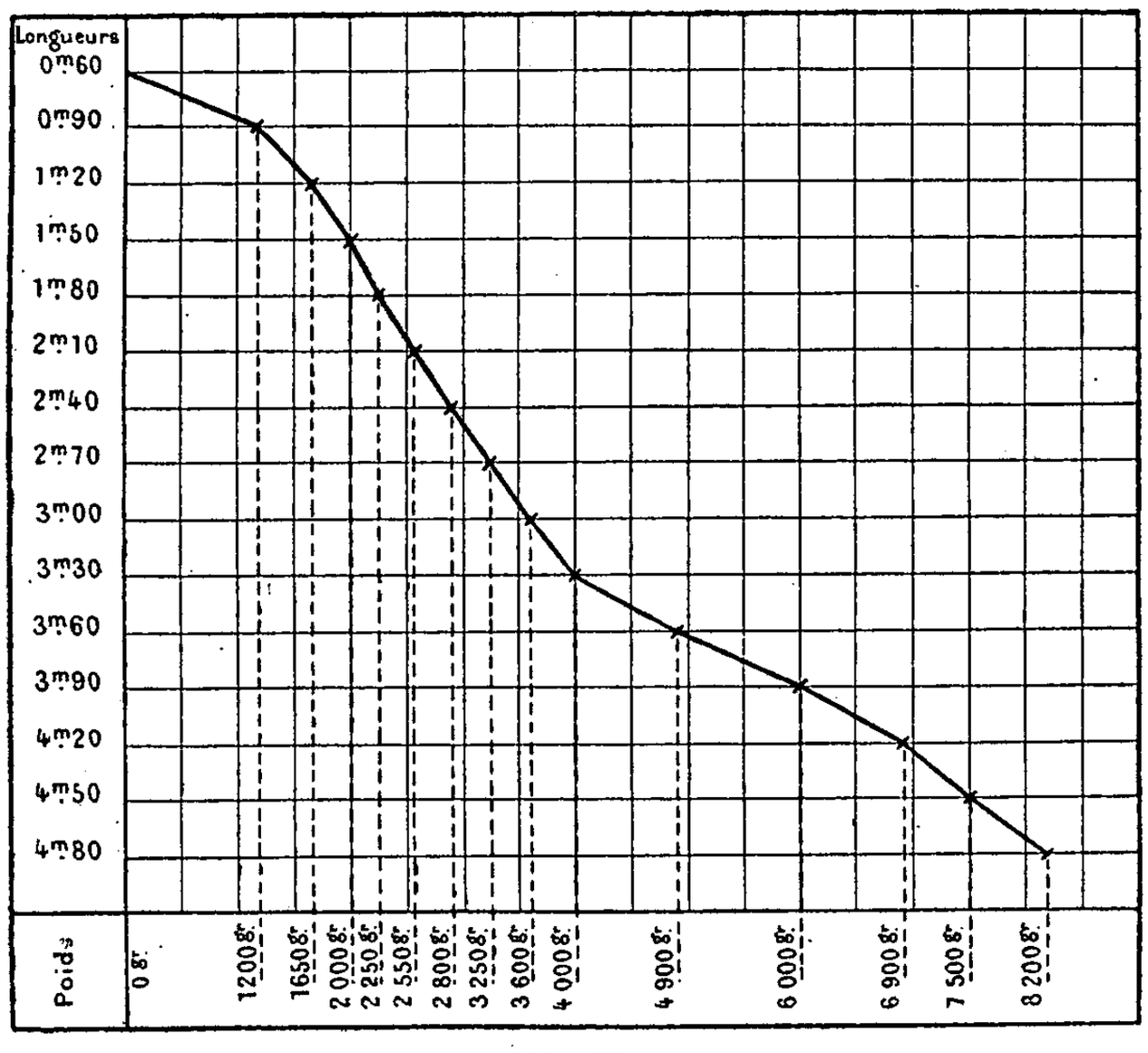


Fig. 96.

LOI DES ALLONGEMENTS DES BANDES ÉLASTIQUES

En parcourant tous les recueils de physique publiés en Allemagne et en France, je n'ai trouvé qu'un seul physicien qui ait eu l'idée d'apprécier l'élasticité d'une bande en caoutchouc à l'aide de poids. C'est un Allemand du nom de Dietzel.

Ce savant, en 1857, fit paraître un travail résumant ses recherches sur ce sujet. Voici comme il procédait : à l'extrémité d'une bande de caoutchouc d'une longueur de 917 millimètres et offrant une surface d'un tiers de pouce carré, il plaçait successivement 1 gramme jusqu'à 29 grammes, en ayant soin d'enregistrer les allongements produits par chaque gramme, puis il opérait en sens inverse en retirant un gramme à la fois ; ce qui lui permit de dresser une table contenant les allongements et les raccourcissements successifs de sa bande.

De ces expériences il conclut :

1° Que les allongements sont proportionnels aux charges, mais qu'ils croissent dans un rapport plus rapide que les charges ;

2° Que lorsque les allongements permanents se sont produits, le caoutchouc se laisse distendre de nouveau par des poids, mais les dilatations élastiques sont plus grandes que dans les cas précédents.

Ce travail peut intéresser au point de vue de la loi, mais ne nous apprend rien sur le degré de tension que peuvent éprouver des bandes enroulées autour d'un membre. — C'est une simple recherche de cabinet dont ne pouvait profiter l'ischémie.

FORMULE. — D'après M. Boussinecq, professeur de mathématiques à la Faculté des sciences de Lille, qui a eu la bonté de résoudre le problème de la pression sur un membre, d'une bande élastique, voici quelle serait la formule en grammes de la pression pour un centimètre de longueur du tissu constricteur :

$$P \times D = 2\ T.$$
$$\text{ou} \quad P = \frac{2\ T.}{D}$$

En appliquant cette formule aux chiffres adoptés plus haut, on aurait, pour une cuisse d'une circonférence de 0m 50 :

$$1°\ \text{Cuisse}\ T = 2{,}200\ \ C = 50$$

$$\text{d'où}\ P = \frac{6{,}3 \times 2200}{50} = \frac{6{,}3 \times 4400}{100} = 6{,}3 \times 44 = 277\ \text{gr.}$$

et pour un bras d'une circonférence de 0m 27 :

$$2°\ \text{Bras}\ T = 1500\ \ C = 27$$

$$\text{d'où}\ P = \frac{6{,}3 \times 1500}{27} = \frac{2{,}1 \times 1500}{9} = \frac{0{,}7 \times 1500}{3} = 0{,}7 \times 500 = 350\ \text{gr.}$$

Pour la cuisse, la bande décrivant trois tours et demi, cette force vaudra :

2 fois 2200 × 3,5 ou 2200 × 7 = 15,400.

Pour le bras : 2 fois 1500 × 4 = 12 kilos.

La même formule indiquera la constriction de la bande destinée au refoulement du sang.

PROPRIÉTÉS DE LA BANDE TYPE PROPOSÉE

Cette bande devrait avoir une longueur de 0m 60 centimètres, une largeur de 0m 04 centimètres et une épaisseur de 0m 0013.

Elle devrait être en caoutchouc brun, son tissu devrait résister à une tension faite avec un poids de 8 kilos 200 grammes.

Soùs ce poids, sa longueur devrait atteindre 4m 80 cent., sans présenter de déchirures ; sa largeur se réduire à 9 millimètres et son épaisseur à un tiers de millimètre.

Après avoir été soumise à cette expérience, la bande ne devrait pas présenter, abandonnée à elle-même, une augmentation de longueur de plus de quatre centimètres.

Je ne me suis occupé que de la bande qui doit servir de garrot, n'ayant pas cru utile de rechercher la force compressive de la bande destinée au refoulement du sang.

En effet, d'après les tableaux que j'ai dressés pour connaître cette force, il suffit d'enregistrer la longueur de cette dernière bande et de voir à quel poids correspond son allongement.

Un moyen très-simple de constater l'allongement consisterait en l'application d'un fil le long des circulaires au fur et à mesure qu'on leur ferait subir des spirales sur le membre.

La longueur du fil indiquerait celle éprouvée par la bande.

CONCLUSIONS

De cette étude il résulte :

1° Que des bandes et des tubes en caoutchouc, soumis à des allongements successifs, à l'aide de poids placés à une de leurs extrémités, nécessitent, au début et à la fin de leurs allongements, des charges considérables, mais non proportionnelles ;

2° Que leurs allongements diffèrent suivant la longueur, la largeur, l'épaisseur des bandes et des tubes, le temps plus ou moins long qu'on met à les charger, et la température ;

3° Qu'ils peuvent éprouver, avant de se rompre, un allongement cinq à six fois supérieur à leur longueur primitive et supporter des poids de 7 à 8 kilos, en admettant des bandes d'une longueur de 0m 50 à 1m, d'une largeur de 0m 025 à 0m 05, et d'une épaisseur de 0m 0013 ; ou un tube d'une longueur de 1m et d'une circonférence de 0m 06 ;

4° Qu'il est possible, en consultant le tableau où se trouvent consignés les rapports des poids aux longueurs correspondantes, de se faire une idée de la force de tension qu'ils exercent sur les membres ;

5° Que pour oblitérer la circulation de la cuisse, il suffit de donner à la bande type une longueur égale à celle que pourrait lui imprimer un poids de 2,000 à 2,200 grammes ; et, pour arriver à l'ischémie du bras, un allongement égal à celui d'un poids de 1,500 grammes ; ce qui produit dans le premier cas une pression de 15 kilos 400 grammes, et dans le second, de 12 kilos ;

6° Qu'en outrepassant cette force de tension, on peut produire des désordres graves sur les membres, désordres qu'on peut résumer avant l'opération : en une contusion du système musculaire ; déchirures des gaînes celluleuses ; stupeur du moignon et paralysie des vaso-moteurs ; immédiatement après l'opération : en un écoulement sanguin à la surface de la plaie, semblable à celui d'une pomme d'arrosoir, par suite de la perte de contractilité des muscles et des petites artères ; et enfin pendant la période de cicatrisation : en des abcès inter-musculaires ou interfibrillaires ; hémorrhagies passives, souvent secondaires, et ulcères de la peau dans les points correspondant aux tissus divisés ;

7° Qu'il est toujours facile, avec de simples bandes en caoutchouc, offrant les dimensions citées plus haut, de produire l'ischémie de la cuisse ou du bras ;

8° Qu'il y aurait un immense avantage à fournir aux sous-officiers et ambulanciers, lors d'une entrée en campagne, une bande type qu'ils pourraient facilement appliquer sur les blessés en cas d'hémorrhagie, jusqu'au moment de l'arrivée d'un chirurgien ;

9° Que cette bande serait suffisante pour atteindre ce but, si on lui donnait une longueur de 0m 60, une largeur de 0m 04, et une épaisseur de 0m 0013. Pour une cuisse, on devrait l'enrouler, suivant sa circonférence, trois ou quatre fois autour du membre, et pour le bras, quatre fois ; cette tension, correspondant à des poids de 2,000 grammes et 1,500 grammes, peut être considérée comme une tension minima pour obtenir l'ischémie dans les cas d'amputation ou d'hémorrhagie sur les champs de bataille, sur des membres de moyenne grosseur. Chez les enfants et les femmes maigres, on peut diminuer cette tension d'un tiers au moins et même de moitié ;

10° Que pour apprécier la tension d'une bande roulée sur un membre destinée au refoulement du sang, il suffit de prendre la longueur de cette bande avec un fil qu'on placerait au dessus des circulaires, et de rechercher sur le tableau correspondant à quel poids correspond l'allongement. Pour mes amputations, je n'emploie que la bande simple en caoutchouc pour la compression totale du membre, et je n'ai jamais constaté qu'elle fût ni plus difficile à appliquer, ni moins efficace que la bande en fil caoutchouc tissé. Il en est de même de la bande qui doit servir à arrêter la circulation et à laquelle je donne journellement la préférence sur le tube, comme étant plus facile à se procurer, et exigeant une moins forte compression ;

11° Qu'il est indispensable de soumettre à une nouvelle étude la longueur à donner aux lambeaux, longueur qui nous paraît devoir être augmentée d'un tiers au moins, surtout pour les amputations sous-périostées.

M. LE Dr BÉCHAMP

Professeur à la Faculté de Médecine de Montpellier

SUR LES MICROZYMAS (1)

— Séance du 23 août 1875. —

M. LE Dr MAREY

Professeur au Collége de France.

MESURE DE LA PRESSION ET DE LA VITESSE DU SANG DANS LES ARTÈRES

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 23 août 1875. —

M. MAREY montre un appareil destiné à mesurer simultanément la pression et la vitesse du sang dans les artères.

Il est toujours difficile de se prononcer sur le point de départ des variations dans la vitesse ou la pression circulatoires. Est-ce le cœur ? Sont-ce les nerfs vaso-moteurs ? Question qu'on n'a pas résolue, même dans les expériences les plus récentes. Pour la trancher d'une façon absolue, il faut d'abord diriger l'expérimentation dans le sens physique : ce n'est, en effet, qu'une simple question d'hydraulique. Avec le manomètre, on ne peut savoir si l'on agit sur le cœur ou sur les vaisseaux.

L'appareil qu'a imaginé l'auteur est fondé sur le principe du piézomètre et sur les recherches de Bernouilli; il consiste fondamentalement en deux tubes coudés placés en quelque sorte dos à dos dans un tube de caoutchouc; les ouvertures des tubes coudés étant opposées recevront dans des conditions différentes le choc du courant traversant le grand tube enveloppant. Chacun des petits tubes communique avec un appareil enregistreur; la balance en sens variable qui s'établit entre les deux tambours enregistreurs montre, au moyen d'un mécanisme fort ingénieux que nous ne pouvons décrire ici, dans quel sens se modifient la vitesse et la pression. Ces modifications étant connues dans l'artère, on pourra établir le rôle du cœur et des vaso-moteurs dans ces changements. En effet, toutes les fois que la pression et la vitesse varient dans le même sens, c'est vers la source d'afflux qu'il faut chercher la cause de ces variations, tandis qu'on la trouvera du côté de la voie d'écoulement quand elles varieront en sens inverse.

(1) Ce mémoire a été lu également en séance générale, voir page 96.

M. A. CHAUVEAU

Professeur de physiologie à l'école vétérinaire de Lyon.

L'AGENT PYOHÉMIQUE

— Séance du 23 août 1875. —

La question contenue dans ce titre est très-vaste. M. Chauveau n'en veut envisager qu'un point très-circonscrit, à savoir, quelles sont les conditions qui rendent infectant le pus des blessés; ou, plus étroitement, qui lui permettent, quand il s'introduit dans les vaisseaux, de produire les inflammations secondaires disséminées, circonscrites ou diffuses, de la pyohémie.

Les nombreuses expériences faites antérieurement pour produire ces lésions, en injectant du pus dans les veines des animaux, semblaient avoir établi que le pus dit de bonne nature, ou pus sain, ou pus non putride, n'est pas infectant; mais que tous les pus recueillis en état de putridité sur les plaies ou dans certaines cavités sont plus ou moins aptes à déterminer les abcès dits métastatiques, ainsi que les autres inflammations pyohémiques secondaires. Sauf de fortes réserves sur les différences d'activité qu'impriment au pus putride les différences d'origine, c'est à peu près à cette opinion que s'est rallié M. Chauveau lui-même, quand il discutait, en 1872, la question de l'agent pyohémique avec M. Burdon-Sanderson. Mais à la suite de cette discussion, en faisant un récolement complet de ses expériences propres, M. Chauveau est arrivé à se convaincre que, dans les termes où elle vient d'être formulée, la proposition qui attribue d'une manière générale la propriété infectante au pus putride est plus que partiellement défectueuse : elle manque tout à fait d'exactitude.

Depuis 1855, on a fait, dans le laboratoire de M. Chauveau, une centaine d'injections de pus dans la veine jugulaire, la plupart sur des chevaux et des ânes. Quelques-unes ont, de plus, été pratiquées dans le système artériel. Sur ce nombre considérable, soixante cas environ appartiennent à des injections de pus de bonne nature, injections qui, conformément aux faits antérieurement observés, n'ont pas déterminé de lésions dans le poumon. Quant aux quarante expériences restantes, toutes faites avec du pus putride, elles n'ont pas toutes donné, loin de là, des résultats positifs : il n'y en a guère qu'une douzaine qui soient dans ce cas, c'est-à-dire qui aient provoqué la formation, dans le poumon, d'abcès métastatiques plus ou moins nombreux et plus ou moins graves.

Comment expliquer cette différence de résultats ? Evidemment, les conditions des expériences n'étaient pas identiques, quoiqu'on eût cherché à réaliser cette identité. Malheureusement ces conditions n'étaient pas signalées avec assez de détails ou de précision dans la plupart de ces expériences anciennes. Il n'y en avait qu'un nombre fort restreint de la comparaison desquelles il fût possible de tirer quelques lumières. De là la nécessité de faire de nouvelles expériences, pour essayer d'arriver à déterminer la cause des différences observées.

Ce n'est pas dans la réceptivité particulière des sujets d'expériences que cette cause doit être cherchée. Les expérimentateurs familiarisés avec l'étude des maladies virulentes ne peuvent pas attacher à cette condition une influence primordiale.

Evidemment, c'est la matière infectante, le pus injecté dans les vaisseaux des sujets d'expériences qui recèle en lui-même la cause des différences observées dans les résultats que produit l'injection. Il était donc indispensable de s'assurer aussi rigoureusement que possible des conditions de la matière infectante utilisée dans les expériences.

Pour cela on a eu soin d'en noter avec soin l'origine et les caractères. Mais on a tenu surtout à essayer, pour toutes les expériences, l'activité phlogogène de cette matière infectante. C'est qu'en effet, si du pus introduit dans les vaisseaux engendre, au sein des organes où il se disséminé, des inflammations circonscrites ou diffuses, ce ne peut être qu'en vertu d'une propriété phlogogène, qui doit se manifester également dans toute autre condition de contact avec les tissus animaux. Or, on possède un excellent moyen de mesurer l'activité de cette propriété phlogogène : c'est l'injection dans le tissu conjonctif sous-cutané. Un centimètre cube d'eau pure, additionnée de six à huit gouttes de pus, suffit à l'expérience. L'injection, pratiquée soigneusement avec la seringue Pravaz, sur un cheval ou sur un âne, produit, suivant l'activité phlogogène du pus, ou une tuméfaction fugitive, ou un petit abcès, ou un phlegmon intense plus ou moins grave, ou un phlegmon excessif, gangréneux, qui emporte presque toujours l'animal en quelques jours. Dans toutes les expériences nouvelles de M. Chauveau, il y a eu un ou plusieurs animaux témoins, destinés à éprouver, par ce procédé, l'activité phlogogène de la matière infectante injectée dans les vaisseaux.

M. Chauveaû s'est assuré encore un autre avantage en faisant l'injection de la matière infectante dans l'artère carotide, au lieu de la jugulaire. Il s'y est décidé parce que, parmi ses expériences antérieures, celles qui avaient été recueillies dans des conditions qui permettent de les comparer aux expériences nouvelles, ont été justement pratiquées sur la carotide. De plus, avec ce procédé, la matière irritante est pous-

sée dans des organes d'une extrême susceptibilité, l'encéphale et l'œil, traduisant leurs moindres lésions par des troubles fonctionnels ou matériels très-facilement appréciables.

Le manuel opératoire est des plus simples.

On commence par préparer le pus qui doit être injecté. Il est additionné de 2 à 3 parties d'eau et soumis à un tamisage qui retient les flocons fibrineux. Le tamis, formé de 8 à 10 plans superposés de très-fine toile de batiste, est assez fin pour ne laisser passer les globules que un à un. En vertu de leur propriété agglutinative, ils peuvent se rejoindre et former de petites masses ; mais ces amas ne sont point cohérents ; ils se désagrégent avec la plus grande facilité dans un flot de liquide, et ne peuvent ainsi former de véritables embolies quand ils sont introduits dans l'artère carotide. Cette condition est de la dernière importance dans des expériences de cette nature, pour ne point compliquer les effets de l'action irritante propre de la matière infectante, par ceux de l'ischémie que déterminerait une embolie dans un département vasculaire plus ou moins étendu. Certes, pour provoquer la naissance d'un foyer inflammatoire, il est absolument nécessaire que les agents irritants du pus introduit dans le système circulatoire s'arrêtent et se fixent dans les capillaires. Mais, en prenant la précaution de faire l'introduction intravasculaire de ces agents sous une forme qui ne leur permet pas de jouer le rôle d'obstacle *mécanique* sérieux à la circulation, on se place dans des conditions beaucoup plus simples que si la matière injectée peut obstruer des artérioles.

On verra, du reste, par les résultats des présentes expériences, que la théorie embolique de la pyohémie, telle qu'elle a été établie par les travaux de Virchow et de ses élèves, n'est nullement nécessaire pour expliquer la formation des foyers inflammatoires circonscrits des individus pyohémiques. Mais ce point de physiologie pathologique n'est point ici en cause ; M. Chauveau se hâte de dire qu'il ne le discutera point. Que la matière irritante arrive ou non sous forme d'embole oblitérant dans la profondeur des viscères, il faut, dans tous les cas, que cette matière possède une activité phlogogène spéciale pour produire des abcès dits métastatiques, et ce sont seulement les conditions de cette activité que M. Chauveau cherche à déterminer.

La matière ainsi préparée est introduite dans une seringue de Pravaz, dont la canule ponctionnante, extrêmement fine, est rattachée au corps de pompe par un tube court en caoutchouc. Ce tube a l'avantage de rendre l'instrument plus maniable, et de tranformer en jet continu le mouvement saccadé imprimé au liquide par les coups de piston. La quantité de liquide introduite dans la seringue a été généralement calculée de manière à injecter vingt gouttes de pus dans la carotide.

Mais il est arrivé parfois que l'on n'a pu se procurer le pus en quantité suffisante pour arriver à ce chiffre. On a dû descendre jusqu'à cinq gouttes. Comme c'est dans des cas où la matière s'est justement montrée à son maximum d'activité, cette circonstance, loin de nuire à l'ensemble des expériences, n'a fait qu'en accentuer davantage la signification.

L'opération de l'injection se fait avec la plus grande facilité. C'est sur des solipèdes que le plus grand nombre des expériences ont été pratiquées. La carotide est mise à nu sur l'animal maintenu debout. Il est bon de laisser le vaisseau dans sa gaîne. Mais il n'y a pas d'inconvénient à l'en sortir et à le placer en travers d'une sonde ou d'une paire de ciseaux. Ce procédé facilite la ponction du vaisseau et l'injection de la matière purulente.

Ce dernier temps de l'opération exige quelques précautions qui sont indiquées par l'auteur avec détails. Une surtout doit être observée. Il faut avoir soin, avant la ponction, d'essuyer parfaitement la lance de la canule ; et, après l'injection, avant de retirer l'instrument, on doit laisser le courant sanguin en laver parfaitement l'extrémité. Sans cette double précaution, on s'expose à inoculer la paroi du vaisseau avec la matière purulente, et il en peut résulter ultérieurement, si l'animal doit survivre assez longtemps, une ulcération capable de déterminer une hémorrhagie mortelle. La matière injectée dans l'artère est emportée vers les organes où celle-ci se distribue, par le courant sanguin resté absolument libre. Aucune ligature n'est nécessaire après l'opération, parce que la plaie faite au vaisseau par la ponction est trop petite pour donner naissance à une hémorrhagie. L'artère peut être considérée comme intacte. Son canal est aussi librement ouvert qu'auparavant. C'est comme si elle n'avait pas été touchée. Les autopsies démontrent effectivement qu'en dehors de l'accident signalé plus haut il ne se forme point de caillot au niveau de la fine piqûre occasionnée par la ponction du vaisseau.

Les suites immédiates de l'opération sont de deux ordres : ce sont ou des phénomènes généraux ou des phénomènes locaux.

Les premiers sont les phénomènes de la fièvre : accélération du pouls, frissons, chaleur à la peau, sueurs, élévation de la température rectale. Ils se manifestent sur presque tous les sujets; mais leur intensité est extrêmement variable, suivant la nature et la quantité de la matière injectée. L'étude de cette très-intéressante action pyrogène n'entrant pas dans le plan du travail de M. Chauveau, il ne veut pas s'étendre sur ce point. Il tient seulement à signaler un seul fait, la rapidité avec laquelle apparaissent ces phénomènes lorsque l'action pyrogène de la matière purulente est très-marquée. Le plus souvent

alors le frisson, et un frisson qui est parfois d'une violence extraordinaire, commence à se manifester avant même que l'injection ne soit terminée, c'est-à-dire en moins de trois à quatre minutes (c'est le temps moyen employé pour achever l'injection). Tous les autres phénomènes apparaissent presque simultanément, en sorte qu'il est à peu près impossible de saisir une différence entre le temps d'apparition des frissons et celui des sueurs. La rapidité de l'apparition de ces phénomènes fébriles ne permet pas de les interpréter autrement que comme le résultat immédiat de l'action de la matière infectante sur le système nerveux central.

Quant aux phénomènes locaux immédiats, ils se manifestent aussi sur le plus grand nombre des sujets, quels que soient, du reste, les résultats ultérieurs de l'opération. Ce sont de légers mouvements convulsifs dans les muscles de la face, quelquefois une semi-paralysie fugitive des lèvres. Il arrive souvent que l'animal secoue énergiquement la tête. Enfin, on peut observer un peu de vascularisation sur la conjonctive, du côté où l'injection a été faite.

Mais ce sont les résultats consécutifs qui offrent le plus grand intérêt. A ce point de vue, les sujets d'expérience se divisent en deux grandes catégories : 1° ceux qui guérissent de l'opération ; 2° ceux qui en meurent.

Les premiers se rétablissent en général très-promptement. Dès le lendemain, la fièvre peut avoir disparu, ainsi que les troubles nerveux. Il ne reste aux animaux que la plaie du cou, qui se cicatrise plus ou moins rapidement, suivant les soins qu'on y donne. L'examen anatomique de l'encéphale révèle parfois quelques particularités dignes d'attention, mais sans intérêt direct relativement à la question de la pyohémie.

C'est toujours par une violente méningo-encéphalite que sont tués les animaux qui succombent. La mort arrive rapidement, entre la trentième et la quatre-vingtième heure. Lorsqu'on observe ces sujets le lendemain de l'opération, ils paraissent tristes ou même plongés dans le coma. L'œil, du côté de l'injection, est plus ou moins larmoyant. Les vaisseaux de la conjonctive sont fortement injectés, et la cornée peut commencer à présenter une certaine opacité. Puis surviennent tout à coup les troubles nerveux les plus graves : roideur générale, chute sur le sol, convulsions toniques et cloniques, toujours plus marquées du côté opposé à celui de l'injection. Les crises se succèdent plus ou moins rapidement. Elles alternent avec des périodes de rémission dans lesquelles les phénomènes paralytiques se combinent aux contractions permanentes. Enfin l'animal ne tarde pas à périr au milieu d'une de ces crises convulsives, qui sont parfois d'une violence inouïe.

L'autopsie révèle dans l'œil et l'encéphale les plus intéressantes lésions.

Dans l'œil, la vascularisation extérieure a disparu ; mais on trouve la conjonctive infiltrée et la cornée tout à fait opaque. A l'intérieur se montrent des lésions très-accentuées d'iritis et de choroïdo-rétinite. L'humeur aqueuse, trouble, contient des fausses membranes fibrineuses infiltrées de globules de pus. Il y en a aussi d'étalées sur la face antérieure de l'iris. Celui-ci est plus ou moins décoloré. La rétine adhère à la choroïde en certains points. On peut trouver de très-fines granulations inflammatoires sur le trajet des vaisseaux rétiniens fortement injectés. Il en existe d'un peu plus volumineuses dispersées dans le tissu de la choroïde, avec de petits extravasats sanguins et dépigmentation de la membrane.

L'encéphale présente à sa surface tous les signes anatomiques d'une méningite plus ou moins généralisée : rougeur diffuse de la pie-mère, petites plaques hémorrhagiques, exsudats pseudo-membraneux et purulents à la base, dans la scissure de Sylvius, sur les plexus choroïdes cérébelleux et sur quelques circonvolutions. Les ventricules contiennent en abondance de la sérosité purulente. Sur les parois sont étalées des fausses membranes fibrineuses infiltrées de pus. Elles laissent voir, quand on les enlève, un piqueté hémorrhagique souvent très-serré.

C'est dans l'épaisseur de la substance cérébrale que se trouvent les lésions les plus importantes. Les plus remarquables sont de petits abcès miliaires, qu'on peut rencontrer au nombre de plusieurs centaines, et qui, en devenant cohérents sur certains points, forment alors des abcès plus volumineux. Rien de plus instructif, au point de vue du mode de formation des lésions pyohémiques, que l'étude de ces lésions : ce sont bien là de petits foyers très-franchement inflammatoires, sans complication d'aucun autre processus. Les grands foyers ont les dimensions d'un pois ou d'une noisette. Ils ne sont pas tous formés par la réunion de petits abcès miliaires. Le plus grand nombre, au contraire, paraissent procéder d'un foyer inflammatoire unique.

Le pus contenu dans ces abcès est généralement d'une couleur grise verdâtre. Cette couleur tire parfois sur le rouge, surtout dans les grands foyers. Le pus est alors teinté par la matière colorante du sang.

Il peut exister aussi des foyers hémorrhagiques ayant la plus grande ressemblance avec ceux de l'apoplexie cérébrale type. Les grands foyers sont très-rares. Mais les extravasats miliaires quasi-microscopiques ou même microscopiques sont assez communs. On les trouve mêlés aux petits abcès, et la comparaison des deux sortes de lésions ne laisse aucun doute sur leur origine commune ; les unes et les autres reconnaissent pour cause l'irritation déterminée par la matière infec-

tante, la fluxion violente qui appelle le sang dans les capillaires et peut en déterminer la rupture.

Jamais on n'a rien constaté qui ressemble au ramollissement blanc, à l'infarctus nécrobiotique pur causé par l'arrêt embolique de la circulation. Les lésions sont toutes de nature franchement inflammatoire. C'est au moins là leur caractéristique générale.

Ces lésions sont beaucoup plus graves du côté où l'injection a été faite. Mais il en existe toujours du côté opposé. C'est dans les hémisphères cérébraux qu'on observe les plus abondantes. On en trouve aussi dans la moelle allongée et le cervelet.

En un mot, l'encéphale, sous l'influence de l'action irritante de certains pus introduits dans l'artère carotide sous un état qui ne leur permet pas de jouer le rôle d'embolies oblitérantes, devient le siége de lésions inflammatoires, *circonscrites* et *diffuses,* qui sont tout à fait remarquables.

D'autres lésions, moins importantes, ont encore été trouvées ailleurs. Il faut signaler particulièrement celles qui ont été produites dans le poumon par la petite quantité d'éléments infectants qui n'ont pas été fixés par les capillaires de la tête. Ces lésions sont, du reste, très-rares. Elles consistent en nodules rouges, sur la nature desquelles il y a matière à discussion, mais que M. Chauveau n'hésite pas à considérer comme issues du même processus que les lésions encéphaliques et oculaires.

En établissant le bilan général des expériences ainsi faites pour étudier les effets produits par les injections de matières infectantes dans la carotide, on trouve ces expériences au nombre de vingt-huit. Huit concernent l'étude de pus non putride, ou même de sérosité purulente privée absolument de globules. Il en reste vingt consacrées à l'étude du sujet spécial qui est en vue, la comparaison de différents pus putrides. Or, sur ce nombre de vingt sujets qui ont reçu du pus putride dans la carotide, quatorze se sont rétablis promptement et complétement, six seulement ont succombé dans les conditions qui viennent d'être indiquées.

Que si maintenant l'on compare ces résultats avec ceux qu'a donnés l'injection sous-cutanée sur les animaux témoins destinés à essayer l'activité phlogogène de la matière injectée, on constate les plus étroites relations entre les deux ordres de faits. Dans les six expériences positives, le pus employé était d'une telle activité que l'injection sous-cutanée a déterminé *dans tous les cas* des phlegmons gangréneux d'une exceptionnelle gravité. Quatre des sujets ont succombé le quatrième ou le cinquième jour : les deux autres ont été extrêmement malades et ont eu beaucoup de peine à se tirer d'affaire. Quant aux quatorze expé-

riences négatives, les animaux témoins affectés à ces expériences ont eu presque tous, dans le lieu de l'injection sous-cutanée, un abcès plus ou moins volumineux, renfermant de 1 à 50 centimètres cubes de pus, parfois inodore, beaucoup plus souvent franchement putride. Mais aucun de ces animaux n'a été véritablement malade. Un peu de fièvre de réaction sur les sujets porteurs d'un foyer inflammatoire étendu, tel a été le seul symptôme qui ait pu être observé.

L'origine du pus employé dans les expériences donne lieu à d'instructifs rapprochements. Dans l'un des six cas où la matière infectante s'est montrée d'une si grande nocuité, le pus avait été emprunté à une plaie récente du cou d'un cheval, plaie compliquée et enflammée à laquelle il eût été difficile d'assigner des caractères plus explicites. Mais, dans les cinq autres cas, le pus provenait de sétons récents *ayant déterminé une très-grosse tuméfaction douloureuse et dont le trajet se montrait crépitant.* Enfin, le pus utilisé pour les quatorze expériences négatives avait été pris dans des abcès putrides provoqués par une injection sous-cutanée, ou sur des plaies en voie de cicatrisation avancée, ou bien encore dans le trajet de sétons anciens ou même récents *n'ayant donné naissance qu'à une tuméfaction insignifiante.* En somme, ce pus inoffensif avait pour origine des foyers fermés, ou des plaies exposées se présentant avec des caractères de bonne nature ; le pus malin sortait de plaies exposées dont les caractères indiquaient, au contraire, une mauvaise tendance, au moins dans le plus grand nombre des cas.

Et maintenant que conclure ? Pour que du pus, introduit dans le torrent circulatoire, soit apte à déterminer des lésions pyohémiques, il ne suffit pas qu'il soit putride : il faut encore que la putridité de ce pus se soit développée dans des conditions spéciales. On doit admettre pour ce pus, — n'hésitons pas à dire le mot, si vague qu'il soit, — une sorte de spécificité.

Si malheureusement il ne nous est pas encore donné de connaître l'agent ou les agents qui donnent au pus cette spécificité, au moins avons-nous l'avantage de connaître empiriquement quelques-unes des conditions de son développement. C'est beaucoup de savoir que toutes les plaies putrides ne sont pas capables de fournir du pus doué de la propriété de provoquer, par son introduction en très-petite quantité dans les vaisseaux, les lésions inflammatoires circonscrites ou diffuses de la pyohémie. Quand les plaies ont cette aptitude, elles peuvent, dans certains cas, la traduire par des caractères objectifs à peu près certains, comme la chose arrive pour les plaies de sétons passés sous la peau des solipèdes. Ces caractères sont alors assez significatifs pour qu'on puisse affirmer à l'avance que le pus fourni par ces plaies produira des

inflammations profondes ou des phlegmons gangréneux extérieurs, suivant que la matière sera introduite dans les vaisseaux ou dans le tissu conjonctif sous-cutané. M. Chauveau a déjà signalé ailleurs l'activité spéciale du pus qui a cette origine. Il croyait alors que cette activité n'est qu'un degré plus élevé de l'activité phlogogène commune à la généralité des pus putrides. Aujourd'hui, il ne peut plus conserver cette opinion. C'est plus qu'une différence de degré dans la même activité phlogogène qu'il faut reconnaître aux différents pus putrides. Il y a certainement des conditions toutes particulières inhérentes à l'état putride du pus infectant capable de causer les graves désordres dont il a été question, même quand cette matière est employée à la dose de quelques gouttes seulement.

Une autre conclusion se dégage encore des présentes expériences. C'est une conclusion pratique qui ne se distingue pas par sa nouveauté, mais qu'il est bon d'indiquer, parce qu'elle est apte à raffermir les tendances actuelles de la chirurgie dans le traitement des plaies. L'état nosocomial qui provoque, dans les salles de blessés ou d'opérés, de si terribles épidémies de pyohémie, exercerait sa funeste influence, d'après une opinion encore répandue, en agissant sur l'état général, par absorption pulmonaire de miasmes infectants ; ces miasmes augmenteraient la réceptivité des sujets, ou même joueraient dans l'économie le rôle d'agents directs des accidents pyohémiques. Il est plus raisonnable, si l'on tient compte des expériences dont il vient d'être question, de penser que l'atmosphère nosocomiale agit directement sur l'accident primitif, sur la plaie exposée, source indéniable de l'agent pyohémique. Elle favorise la production de cet agent. De là, l'indication, pour prévenir la pyohémie ou en arrêter les progrès, de porter son attention sur le foyer primaire, c'est-à-dire sur le lieu où très-certainement prend naissance l'agent pyohémique.

M. le Dr LAROYENNE
De Lyon.

EFFETS COMPARÉS DE LA CAUTÉRISATION PRATIQUÉE SUR LES TISSUS NORMAUX ET LES TISSUS ANÉMIÉS D'APRÈS LA MÉTHODE D'ESMARCH

— Séance du 23 août 1875. —

M. le Dr PONCET

de Lyon.

SUR LE POIDS COMPARATIF DES OS DES MEMBRES SUPÉRIEURS, AVEC APPLICATION A LA MÉDECINE LÉGALE (1)

— Séance du 23 août 1875. —

M. MASFRAND

Pharmacien, inspecteur des pharmacies du Cantal, à Aurillac.

MOYEN D'EMPÊCHER L'HYDROPHOBIE DE SE PRODUIRE

— Séance du 25 août 1875. —

Emu des accidents que l'hydrophobie cause tous les ans dans notre pays, je me suis mis non à étudier le moyen de guérir cette terrible maladie (je laisse cette recherche à de plus heureux), mais à empêcher la maladie de se déclarer. Voici quels sont les résultats de mes études : J'ai remarqué que, dans les pays où les chiens sont en liberté et en grand nombre, comme en Turquie par exemple, cette maladie est inconnue; je me suis mis à étudier les motifs qui peuvent faire naître ce fléau de la race canine, et j'ai remarqué que la rage arrivait ordinairement au printemps et à l'automne, époque du rut, d'où j'ai conclu qu'il faudrait laisser à ces animaux liberté entière, car je suis convaincu que c'est le manque à ces lois naturelles qui cause cette irritation nerveuse et dégénère souvent en rage chez beaucoup de ces animaux : et comme preuve, j'ai remarqué que cette maladie n'atteint ordinairement que les chiens de garde ou isolés dans des fermes seules et ne pouvant s'accoupler : en conséquence, pour éviter à ces intéressants animaux une aussi terrible maladie, il faudrait :

1° Forcer les propriétaires, qui habitent des hameaux isolés, à avoir toujours une femelle avec leur chien mâle;

2° Ne pas les laisser attachés, mais au contraire leur laisser, à des époques déterminées, la plus complète liberté.

Je livre ces appréciations, afin que ceux qui voudront m'aider dans cette tâche puissent prendre toutes les notes que l'expérience et l'étude leur donneront.

(1) Ce travail a paru *in-extenso* dans la *Gazette hebdomadaire*. 1875, n° 36, p. 663.

M. le Dr E. LANTIER

APPAREIL CHIRURGICAL PNEUMATIQUE A EFFETS TRIPLES ET INDÉPENDANTS (1)

— Séance du 25 août 1875. —

M. le Dr LÉTIÉVANT

Chirurgien des Hôpitaux de Lyon.

ESTHÉSIOGRAPHIE

— Séance du 25 août 1875. —

Je donne le nom d'*esthésiographie* à l'étude de la sensibilité à la surface du corps humain. — Ce nom devra, ultérieurement, se rapporter aussi à la description de cette propriété aux surfaces muqueuses et dans la profondeur des tissus.

Pour faciliter cette étude et la faire sur chaque nerf isolément, j'ai divisé la surface cutanée par districts, auxquels j'ai donné le nom de *départements*.

Chacun est rattaché aux centres nerveux par un nerf. Ce nerf, étant la source sensitive principale du département, lui donne son nom.

La surface cutanée du corps humain peut se diviser en 42 ou 44 districts :

9 pour le membre supérieur ;
11 pour le membre inférieur ;
5 pour la région dorsale du tronc ;
2 ou 3 pour la région antérieure du tronc ;
5 pour la région latérale du cou ;
10 pour la face ;
2 pour la nuque.

Les délimitations de ces départements sont assez nettement indiquées pour que l'on puisse, par des lignes, établir l'espace occupé par chaque nerf. — Les figures jointes à ce mémoire en donnent le tracé.

Je crois inutile de fatiguer l'attention des auditeurs par un exposé détaillé de ces lignes. Un coup d'œil sur les planches apprendra à les connaître beaucoup mieux que des pages de description.

(1) Cet appareil est un perfectionnement de celui que M. le docteur Lantier a présenté au Congrès de Lille. Voir : *Comptes rendus du Congrès de Lille*, 1874, p. 758.

Les quarante-quatre départements que je viens de citer ne se présentent pas tous avec les mêmes caractères.

Ils offrent une grande variété dans leur configuration, leur étendue, leurs qualités esthésiques.

La variété de configuration apparaît, si l'on compare le département ovoïde du mentonnier à la face, avec les départements trapéziforme ou triangulaire que présentent les cubital et médian à la main.

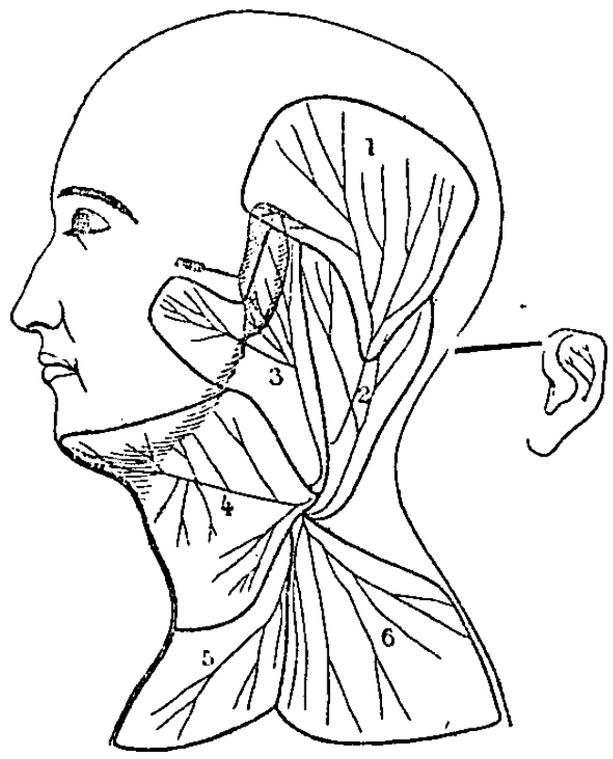


Fig. 97.

1 Dép^{t} mastoïdien.
2 — petit mastoïdien.
3 — auriculaire.
4 — cervical transverse.
5 — sus sterno-claviculaire.
6 — sus acromio-claviculaire.

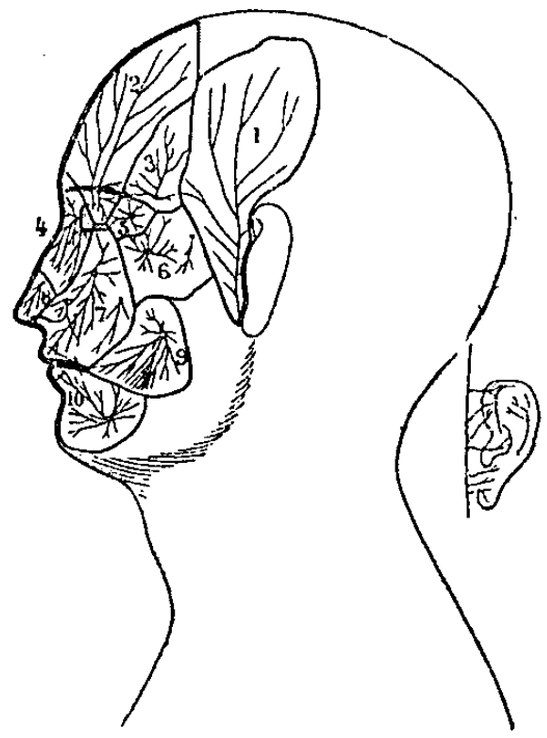


Fig. 98.

1 Dép^{t} du nerf temporal superficiel.
2 — des nerfs frontaux.
3 — du nerf petit temporal superficiel.
4 — — nasal externe.
5 — — lacrymo-palpébral.
6 — — malaire.
7 — — sous orbitaire.
8 — — naso-lobaire.
9 — — buccal.
10 — — mentonnier.

Plus grande encore, la différence comme étendue, si l'on met en opposition le petit département naso-lobaire, qui ne représente que quelques centimètres carrés, avec le département du brachial-cutané-interne de l'avant-bras, qui mesure 360 centimètres carrés, avec celui du petit sciatique, dont les dimensions sont plus grandes encore.

C'est dans les qualités sensitives que l'on trouve les contrastes les plus frappants.

A l'extrémité des districts du médian et du cubital, dans certains points, la sensibilité tactile se mesure par deux millimètres d'écart.

Le naso-lobaire, les filets labiaux médians à la face perçoivent aussi

deux millimètres d'écart entre les pointes de l'esthésiomètre. Ce sont là les points les plus exquis de la sensibilité tactile.

La sensibilité va graduellement diminuant par étapes successives de un ou deux millimétres aux deux départements cités de la main, tandis que c'est par cinq ou dix millimètres qu'elle se mesure aux autres départements de la face.

Au tronc et dans le reste des membres, elle va diminuant de plus en plus, et si quinze millimètres sont perçus aux départements les moins sensibles de la face, du cou, du membre supérieur et de quelques parties les plus extrêmes du membre inférieur, c'est quatre centimètres d'écart, puis cinq, puis six qu'il faut donner aux pointes de l'esthésiomètre pour qu'elles soient perçues comme sensation double dans les départements de la nuque, du dos, des lombes, des fesses.

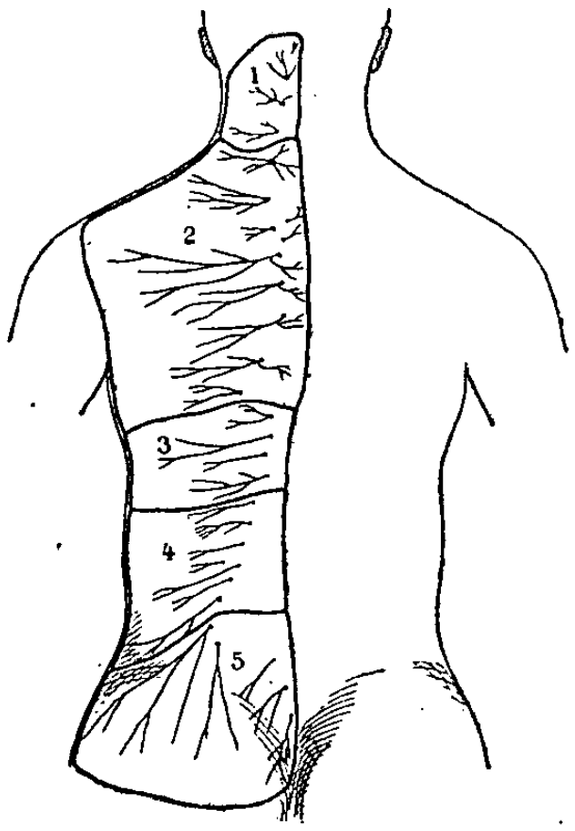


Fig. 99.

1 Dép^{t} des 5 dernières paires cervicales.
2 — 8 premières paires thoraciques.
3 — 4 dernières paires thoraciques.
4 — abdominales.
5 — sacrées.

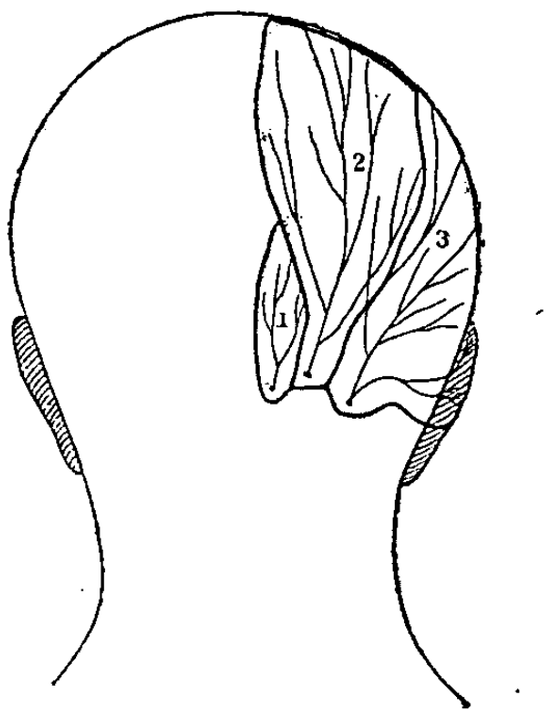


Fig. 100.

1 Dép^{t} du rameau cutané de la 3^{e} paire.
2 — de l'occipital d'Arnod.
3 — de la branche mastoïdienne du plexus cervical.

Une figure unique de tous les départements pourrait, par des teintes différentes et relatives aux mesures, représenter exactement la distribution tactile à la surface du corps humain.

La sensibilité à la douleur, à la température, est distribuée à la surface cutanée d'une manière toute différente de la sensibilité tactile

On dirait que plus une région est douée de sensibilité tactile, moins elle l'est pour les sensations de douleur, de chaleur ou de froid.

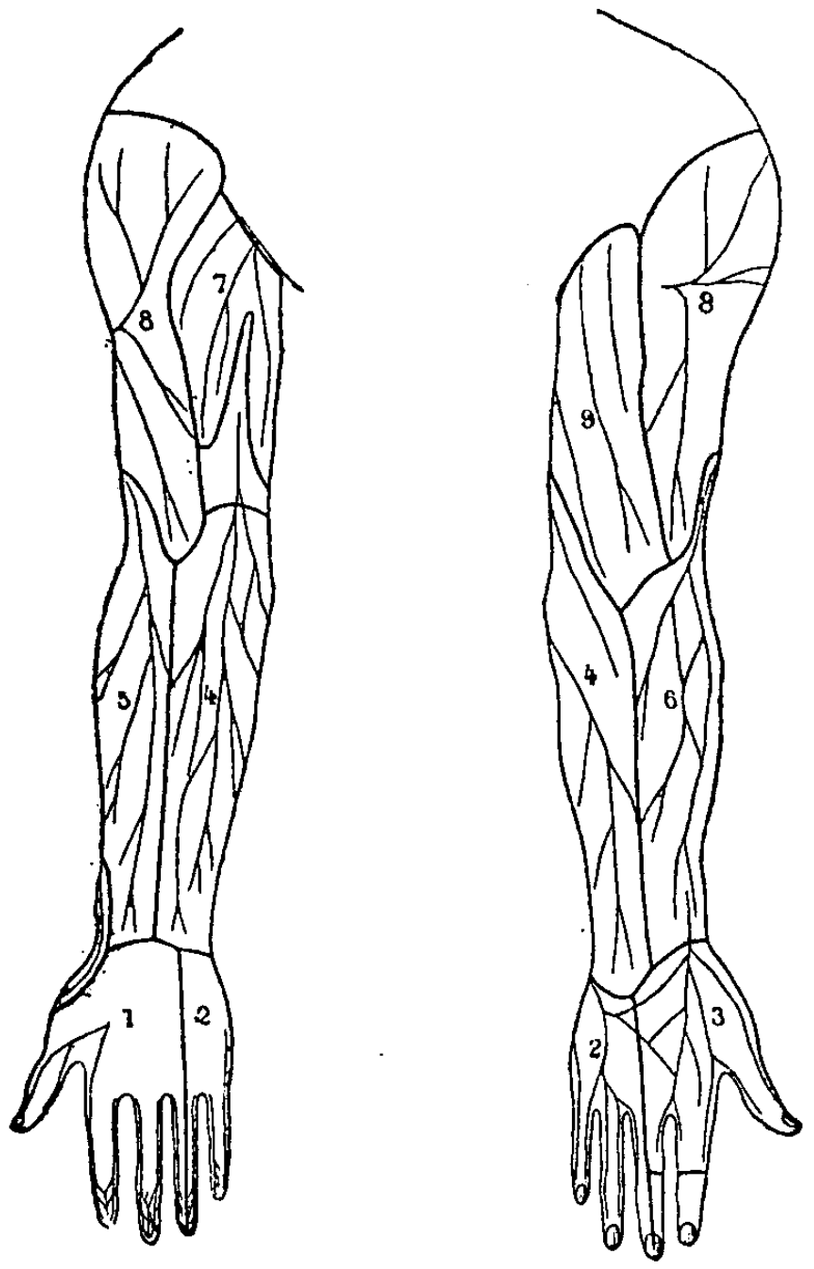


Fig. 100 et 101.

1 Dép^{t} du nerf médian.
2 — cubital.
3 — radial.
4 — brachial cutané interne.
5 — musculo-cutané.
6 — cutané radial.
7 — accessoire de l'épaule.
8 — cutané de l'épaule.
9 — des perforants intercostaux.

Les pulpes des doigts (médian et cubital) supportent très-bien les piqûres. Une température de cent degrés les trouve quelquefois indifférentes; la glace n'agit pas immédiatement et douloureusement sur elles. Il en est de même des régions naso-lobaires et labiales médianes si exquises en tactilité.

Cette différence existe aussi frappante, mais dans le sens inverse

aux départements des *quatre derniers thoraciques* et des *lombaires*. Ceux-ci, qui ne perçoivent que cinq à six centimètres d'écart à l'esthésiomètre, sont d'une telle impressionnabilité à la piqûre d'épingle, au contact de la glace ou d'un tube chauffé à 60°, que ces sensations se traduisent immédiatement par les protestations des sujets expérimentés.

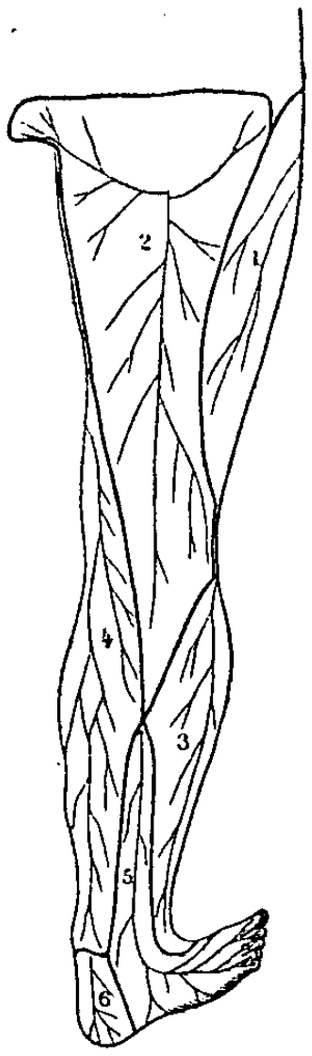


Fig. 102.

1 Dép^{t} fémoro-cutané.
2 — cutané du petit scitique.
3 — branche cutanée péronnière.
4 — branche post^{re} saphène interne.
5 — saphène externe.
6 — cutané plantaire tibial post^{r}.

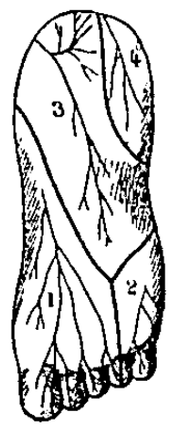


Fig. 103.

1 Dép^{t} plantaire interne.
2 — — externe.
3 — cutané plantaire du tibial post^{r}.
4 — saphène externe.

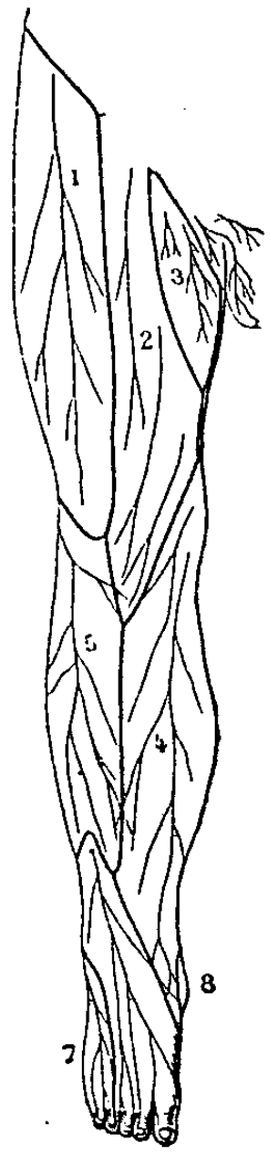


Fig. 104.

1 Dép^{t} du fémoro-cutané.
2 — des trois perforants.
3 — de la petite musculo-cutané.
4 — du saphène interne.
5 — de la cutanée péronnière.
6 — du musculo-cutané.
7 — de la saphène externe portion dorsale.
8 — cutané plantaire du tibial post^{r}.

Je ne fais que signaler ces grandes lignes de distribution sensitive à la surface du corps humain, ne voulant que tracer l'esquisse de la ques-

tion et provoquer de nouvelles recherches à son propos. Je tiens d'ailleurs en note les détails de mes expériences sur la sensibilité de chaque département. L'exposition de ces détails serait ici fastidieuse.

Cette division par département de la sensibilité du corps humain me paraît importante :

1° Parce qu'elle permettra ultérieurement une étude plus facile de la sensibilité physiologique de chaque région.

Elle pourra servir de règle pour l'appréciation des sensibilités pathologiques.

2° Ces tracés esthésiographiques consultés, indiqueront rapidement au médecin le nerf qui influence la région atteinte par une lésion traumatique ou autre, jouant un rôle morbigène ou incitateur vis-à-vis des centres nerveux : condition favorable et qui décidera parfois du mode d'intervention chirurgicale applicable.

Tout en accordant une importance extrême à ce mode d'envisager la distribution géographique de la sensibilité, il faut cependant y apporter quelques réserves ; car la nature, merveilleuse dans sa prévoyance, a voulu, pour le système nerveux, créer des voies collatérales comme pour les systèmes veineux, artériels et autres.

Il est bien vrai qu'un nerf influence surtout chacun des départements signalés dans cette communication ; que, lui détruit ou divisé, le trouble de la sensibilité est profond dans son département. Mais l'insensibilité n'y est pas absolue.

Les relations anastomotiques de chacun des départements expliquent ces phénomènes.

De petits filets nerveux, situés sur les limites des départements, envahissent souvent le territoire de l'un ou de l'autre ; il en résulte une sorte de zone territoriale frontière qui est commune aux deux.

On voit aussi quelquefois des filets plus gros pénétrer plus avant, fort avant même, dans un département voisin ; ainsi le médian est pénétré par des filets du cubital ; le musculo-cutané, par quelques-uns venus du brachial cutané interne ; les départements de la face, par quelques anastomoses venues du plexus cervical. De sorte que, si l'on peut dire que les divisions esthésiographiques sont très-nettes et très-réelles, il faut cependant faire une réserve pour ces exceptions que l'étude des relations réciproques des départements entre eux nous fait découvrir.

Les rapports de proximité de quelques départements et l'influence de cette proximité vis-à-vis de certains faits de sensibilité, sont encore des points à signaler. Deux départements sont voisins ; ils se touchent ; ils sont séparés par un espace insignifiant, comme à la main, à la face ; l'ébranlement produit sur l'un pourra retentir sur l'autre. En supposant le premier tout à fait anesthésié, le voisin sera capable encore d'apprécier l'ébranlement qui se produit sur le premier.

TABLEAU DES DIFFÉRENCES DE SENSIBILITÉ DANS LES DÉPARTEMENTS DE LA SURFACE CUTANÉE DU CORPS HUMAIN

DÉPARTEMENTS	SENSIBILITÉ TACTILE	SENSIBILITÉ A LA DOULEUR	SENSIBILITÉ A LA TEMPÉRATURE
MEMBRE SUPÉRIEUR			
Médian	Face ant. des 3e phalanges 2 millim. — des 2e — 4 — — des 1re — 5 — Racine des 3 premiers doigts 6 — Éminence thénar 7 à 8 — Dans le fond des plis du creux de la main. 8 — Face dorsale des 3e phalanges. 3 — — des 2e — 5 —	Faible aux points les plus sensibles à la douleur.	Perçue mal et avec lenteur surtout aux dernières phalanges. — Occupe le dernier rang dans les départements du membre supérieur comme sensibilité à la température.
Cubital	Face ant. des 3e phalanges 2 — — des 2e — 4 — — des 1re — 5 — Racine des doigts 6 — Éminence hypothénar 7 — Bord int. du métacarpe 6 — Face dorsale des 3e phalanges 3 — — des 2e — 5 —	Faible.	Faible.
Radial	Face dorsale des premières phalanges 10 — — de la région métacarpe. 11 à 12 —	3e rang pour la sensibilité à la douleur dans les départements du membre supérieur.	Occupe le 4e rang comme sensibilité à la température.
Brachial cutané interne	Partie inférieure 10 — Au 1/3 moyen 15 — Au 1/3 supérieur 20 —	Très-accusée.	2e rang comme sensibilité à la chaleur.
Musculo-cutané	Partie inférieure 10 — Au 1/3 moyen 15 — Au 1/3 supérieur 20 —	Très-accusée. — C'est avec le précédent le maximum de sensibilité à la douleur, dans le membre supérieur.	
Cutané radial	Partie inférieure 10 — Au 1/3 moyen 15 — Au 1/3 supérieur 20 —	3e rang dans la sensibilité à la douleur.	Maximum de sensibilité pour la glace. 4e rang pour la chaleur.
Cutané de l'épaule	Partie moyenne et inférieure 30 —	4e rang dans la sensibilité à la douleur.	Maximum de sensibilité pour la glace. 3e rang pour la chaleur.
Perforants intercostaux	Partie moyenne et inférieure 30 —	5e rang dans la sensibilité à la douleur.	
Accessoire	Partie moyenne et inférieure 30 —	2e rang comme sensibilité à la douleur dans le membre supérieur.	Maximum de sensibilité au bras pour la chaleur.
MEMBRE INFÉRIEUR			
Plantaire interne	Pulpe des orteils 10 millim. Le reste du département 13 à 15 —		Très-peu de sensibilité à la chaleur et au froid.
Plantaire externe	Pulpe des orteils 10 — (Un peu moins à celle du 4e orteil). Le reste du département 13 à 15 —		Id.
Cutané plantaire	Région antérieure 10 à 15 — Région postérieure-talon 18 à 20 —		Id.
Saphène externe	A la plante. Région ant. 13 à 15 — Région post. 18 à 20 — Sur le dos du pied : extrémité du petit orteil 9 — en arrière 10 — plus en arrière 13 — A la jambe 25 —	1er rang de sensibilité à la douleur dans le membre inférieur. 2e rang.	

DÉPARTEMENTS	SENSIBILITÉ TACTILE	SENSIBILITÉ A LA DOULEUR	SENSIBILITÉ A LA TEMPÉRATURE
Musculo-cutané	Au dos des orteils 10 millim. Au dos du pied 13 à 15 —	1er rang.	Très-peu de sensibilité à la chaleur et au froid.
Saphène interne	Au pied 13 à 15 — A la jambe, partie inf. 25 — — tiers sup. 40 —	2e rang de sensibilité à la douleur.	Chaleur mieux perçue.
Cutané péronier	A la jambe, partie infér 25 — — tiers sup 40 —	2e rang.	Glace très-bien perçue.
Petit sciatique	30 à 40 —	Très-peu de sensibilité à la douleur.	Chaleur perçue médiocrement.
Fémoro-cutané	40 à 45 —	Très-peu.	Glace très-bien perçue.
Les 3 perforants	30 —	3e rang.	Chaleur perçue assez bien.
Petit musculo-cutané	40 —	4e rang.	Id.
RÉGION POSTÉRIEURE DU TRONC			
5 paires cervicales	40 millim.	Sensibilité très-grande à la douleur.	
8 paires thoraciques	60 —	Très-grande.	
4 dernières paires thoraciques.	62 —	Très-grande.	Très-grande sensibilité à la glace.
Les lombo-abdominales	40 —		Glace sentie très-douloureusement.
			C'est dans ce département et le précédent qu'est le maximum de sensibilité à la température pour toute la surface du corps.
Les sacrées	40 —		Moins grande.
	A la région fessière 52 —		
RÉGION CERVICALE			GLACE / CHALEUR
Cervical transverse	20 millim.		Sensibilité assez grande.
Auriculaire	Face int. de l'oreille 10 —		Grande. / Sensibilité assez grande.
Mastoïdien	20 —		Grande.
Sus-sterno-claviculaire	Partie inférieure 20 —	Plus sensible.	Grande. / Très-grande.
Sus-acromio-claviculaire	Partie inférieure 20 —	Id.	Id. / Id.
RÉGION DE LA FACE			
Temporal superficiel	15 millim.		Grande sensibilité. / Assez bien.
Frontal	Ligne médiane 5 — En dehors 10 à 12 —		Assez grande. / Assez bien.
Nasal externe	Dos du nez 5 —	Peu.	Assez grande.
	Latéralement 10 —		
Lacrymo-palpébral	10 —		Id. / Assez bien.
Malaire	15 —		
Sous-orbitaire	Milieu de la lèvre supérieure 2 —	Peu.	Peu.
	Reste de la lèvre 3 —	Peu.	Peu.
	Reste du département 10 —		
Naso-lobaire	2 à 3 —	Peu.	Peu. / Peu.
Buccal	Commissure labiale 4 —		Assez grande. / Assez bien.
	En dehors 10 à 12 —		
Mentonnier	Milieu de la lèvre inférieure 2 —	Peu.	Peu. / Peu.
	Reste de la lèvre 3 —	Id.	Id. / Id.
	Latéralement 10 —		
Occipital d'Arnal	40 —		Peu.

NOTA. -- Ces chiffres, moyenne de plusieurs recherches, sont susceptibles de modifications en rapport avec les âges, les sexes, les individus.

L'esthésiographie doit tenir compte de tous ces faits. Mais si ces adjuvants de la sensibilité sont destinés à assurer, par suppléance, cette propriété si importante, il n'en est pas moins vrai qu'il faut considérer comme capitale la notion du nerf sensitif principal d'un département et de son influence prépondérante.

En cas de section nerveuse à pratiquer, c'est à lui surtout que l'on devra s'adresser, à moins que par une exploration spéciale l'opérateur n'ait reconnu (cas infiniment rare) un filet anastomotique venu du voisinage, comme l'organe coupable de la transmission morbigène.

Dr COURTY

Professeur à la Faculté de Médecine de Montpellier

DES APPLICATIONS DU CAOUTCHOUC A LA CHIRURGIE

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 25 août 1875. —

M. COURTY désire populariser l'emploi du caoutchouc dans la chirurgie.

D'abord l'enveloppement imperméable élastique des plaies de jambe si tenaces, des ulcères chroniques, est incontestablement utile ; leur chronicité tient à leur atonie et à leur facilité à saigner, les bourgeons charnus de ces ulcères étant très-mous de tissu ; d'ailleurs les frottements y prédisposent encore lorsque le dessèchement des croûtes ou des pellicules épithéliales amène des ruptures multiples et des frictions traumatiques réelles, bien que faibles.

Un enveloppement élastique devrait combattre ces inconvénients : il y fait une sorte d'atmosphère constante et humide très-favorable, avec une légère compression. Depuis vingt et dix ans surtout, les vieux ulcères guérissent par ces moyens beaucoup plus vite. On les lave, on y applique quelque excitant léger, puis on met une bande de toile, et enfin une bande élastique doublée elle-même d'une deuxième bande en toile. Quand la plaie s'est rétrécie notablement, on supprime ce pansement un peu minutieux et l'on se contente des bandelettes de sparadrap imbriquées. Deux ou trois semaines sont le maximum de durée de ce traitement, qui constitue, par conséquent, un progrès notable sur les autres modes de pansement.

M. Courty parle ensuite des ligatures de caoutchouc comme moyen de diérèse, remplaçant l'ancienne ligature ulcérative. Ce moyen vient à côté de la section galvanique et de l'écrasement linéaire. Il est simple, facile à appliquer partout avec des fils ou des tubes minces de caoutchouc. Les polypes utérins, les hypertrophies du col, les allongements exagérés, les épithéliomas en choux-fleurs du col des tumeurs du rectum et de l'anus, de la nuque, de la pommette; ont été facilement enlevées par ce procédé ; les fistules à l'anus en sont également justiciables. Or, rien n'est plus commode que cette pratique, qui n'a plus besoin d'être surveillée,

rectifiée ni augmentée ; au bout de huit à quinze jours la division est faite. Elle est donc certainement préférable à beaucoup d'autres moyens de division.

DISCUSSION

M. Gayet appuie toutes les propositions de M. Courty. Pour un kyste de l'ovaire même, il a pu, l'année dernière, pratiquer la section du pédicule en vingt-deux jours et sans accident.

Deux fois encore, et pour des kystes dont l'opération dut forcément rester incomplète, une ligature élastique ferma le trou péritonéal du kyste, et la malade guérit. Dans un second cas de tumeur de la rate, la ligature élastique lui a rendu le même service.

M. Letenneur a employé la ligature élastique avec succès, mais il ne voudrait pas la voir généraliser à l'excès. Dernièrement, pour un épithélioma de la langue, il n'a pas été satisfait de l'application du galvano-caustère ; les appareils que nous avons en province laissent presque toujours à désirer. Cette malade était revenue avec une récidive ; on l'a traitée par la ligature élastique en circonscrivant la tumeur par plusieurs fils, et au bout de huit jours la tumeur était tombée, laissant une plaie nette qui a bien guéri. Chez un homme atteint de cancer à la langue, la même opération a parfaitement réussi. Chez un enfant de trois mois atteint de tumeur énorme polykystique du bassin, M. le docteur Montfort fragmenta la tumeur par plusieurs ligatures élastiques, et la section se fit en quinze jours sans accidents.

M. Azam a employé souvent les feuilles de caoutchouc comme pansement occlusif, et il y a renoncé à cause des obstacles à la perspiration cutanée, qui accumule ses produits sous la bande, et amène ainsi des irritations variées. Quant à la section du pont dans les fistules anales, la douleur est parfois extrême.

M. Courty n'a pas vu ces inconvénients de la bande de caoutchouc, il l'a même employée pour des affections cutanées ; mais il faut une grande propreté dans le membre et une certaine surveillance du pansement. Pour la ligature, elle peut effectivement faire souffrir, mais alors on fait une première ligature modérée d'abord, puis le lendemain on en fait une autre plus énergique. Le chloral et la morphine, du reste, engourdissent la douleur, qui se dissipe assez vite.

M. le Dr MALHERBE

Médecin en chef de l'Hôtel-Dieu de Nantes, professeur de clinique médicale à l'École de Médecine.

PARALYSIE SATURNINE LOCALE PAR ABSORPTION CUTANÉE DIRECTE

— Séance du 25 août 1875. —

La paralysie saturnine est-elle toujours d'origine centrale, ou peut-elle être d'origine périphérique ? En d'autres termes, un composé plom-

bique, appliqué sur une région circonscrite de la peau, peut-il déterminer la paralysie et l'atrophie des muscles voisins sans que les centres nerveux participent à l'intoxication ?

Nous n'avons pas à discuter l'absorption du plomb par le tégument externe ; le fait est généralement admis. La chose est moins claire quand il s'agit de la paralysie locale directe. M. Maunouvriez, après bien d'autres, a signalé des faits de cette nature dans un travail publié par la *Gazette hebdomadaire*. Il fait ressortir que les parties en contact plus direct ou plus habituel avec les matières plombiques sont atteintes de paralysie exclusivement ou à un plus haut degré. Toutefois, on peut toujours se demander si ces malades n'avaient pas absorbé de plomb par la muqueuse digestive ou respiratoire.

Un fait plus concluant est celui de ce cuisinier de navire qui fut atteint de paralysie des membres inférieurs après avoir, pendant un certain temps, travaillé les pieds nus dans une cuisine dallée en plomb. Dans ce cas, qui remonte déjà à une époque assez éloignée, on peut se demander si cet homme n'avait pas fait usage d'eau d'une cuisine distillatoire : ces appareils étaient, dans l'origine, munis de caisses en plomb servant de réservoirs et de tuyaux en plomb pour puiser l'eau à la mer.

L'observation suivante, que nous avons recueillie tout récemment, nous semble de nature à lever tous les doutes.

Le nommé Morisset Théophile, âgé de 30 ans, forgeron, fortement constitué, d'un tempérament nervoso-sanguin, entre à l'Hôtel-Dieu de Nantes le 28 juin 1875.

Cet homme a toujours joui d'une santé parfaite et n'a commis que très exceptionnellement des excès alcooliques. La veille de son entrée à l'hôpital, en revenant d'Indret à Nantes, il s'arrêta dans un champ pour aller à la garde-robe. Après l'acte accompli, il s'aperçut qu'il ne pouvait plus se servir de son bras gauche, où il éprouvait de l'engourdissement, et il fallut que son camarade l'aidât à s'habiller.

Un mois auparavant, le malade avait, pendant trois semaines, travaillé à bord d'un navire à marteler des lames de plomb. La main gauche était sans cesse en contact avec le métal, tandis que la droite faisait manœuvrer le marteau. Jamais avant cette époque il n'avait travaillé au plomb.

État actuel. — Les extenseurs des doigts, manifestement atrophiés, se contractent assez peu sous l'influence des courants induits ; la main est fléchie sur l'avant-bras ; la sensibilité de la peau de la région est diminuée ; le malade éprouve une sensation de fourmillement dans les doigts, surtout dans les deux derniers ; le pouce n'est le siége d'aucune sensation anormale.

L'avant-bras et la main du côté droit sont dans un état parfaitement normal. D'ailleurs, aucune trace d'empoisonnement saturnin général, ni coliques, ni constipation, ni étourdissement, ni coloration spéciale des gencives et des dents, ni saveur sucrée, ni fétidité de l'haleine.

L'aspect du malade exprime l'état de santé le plus florissant ; l'appétit n'a pas subi la plus légère diminution.

Nous prescrivons les bains de Barèges, la faradisation des muscles intéressés avec les excitateurs humides, et l'iodure de potassium à l'intérieur.

Au bout de trois jours, le malade nous déclare qu'il ne veut pas rester à l'hôpital pour un mal aussi léger, et qu'il préfère venir se faire électriser tous les matins.

Le 6 août suivant, nous revoyons le malade, qui était venu chaque matin se faire faradiser à la consultation de l'Hôtel-Dieu ; il a recouvré à peu près complétement l'usage des muscles de l'avant-bras gauche, et ces derniers ont sensiblement le volume normal.

Il est impossible de rencontrer un fait plus net et plus significatif ; il a, selon nous, la valeur d'une expérimentation dont toutes les conditions auraient été calculées d'avance, où toutes les précautions auraient été prises pour localiser l'action de la substance toxique, et démontre péremptoirement l'absorption active du plomb par la peau et l'influence nocive directe de celui-ci sur les muscles, je devrais dire sur tous les tissus voisins. .

On conçoit que l'empoisonnement reste limité plus ou moins longtemps dans une partie circonscrite de l'économie quand on songe à la stabilité des combinaisons que forme le plomb avec les substances protéiques dont il abaisse la vitalité en ralentissant ou annihilant les échanges moléculaires.

C'est en raison de cette stabilité que nous n'avons pas cru devoir limiter le traitement à l'emploi des moyens locaux, et que nous avons administré l'iodure de potassium comme éliminateur.

DISCUSSION

M. Lecadre ne croit pas que toutes les coliques ou paralysies des intoxiqués par le plomb reconnaissent pour cause l'action directe du plomb. Le capitaine est plus souvent malade que le matelot, ce qui tient peut-être aux influences atmosphériques, qui l'atteignent plus souvent.

M. Leudet croit à l'action nocive très-étendue du plomb, et il le soupçonne toujours quand il observe des malades atteints de prétendues coliques sèches. La peinture des navires en mer, dans les pays chauds, est extrêmement dangereuse pour l'équipage. Pour augmenter le poids des cotonnades exportées avec drawback,

on y ajouta du plomb, et beaucoup d'ouvriers en tombèrent malades. M. Leudet en découvrit heureusement la cause.

Ainsi que M. Leudet, M. MALHERBE soupçonne le plomb dans bien des circonstances où l'on ne le soupçonnerait pas *à priori*. On sait, par exemple, pour les soies à coudre, qu'on les imprègne parfois d'acétate de plomb, et les ouvrières qui mouillent leur fil dans leur bouche ont été assez souvent malades.

M. VIAUD GRAND-MARAIS a vu très-souvent les cuisiniers et les capitaines plus malades que les matelots. Il attribue ce fait à l'usage des conserves contenues dans des boîtes soudées avec un mauvais étamage, consommées surtout par les premiers à l'exclusion des seconds.

M. LE Dr DALLY

DES CAUSES DES DÉVIATIONS RACHIDIENNES

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 25 août 1875. —

M. DALLY a recherché les causes des *déviations rachidiennes,* et il croit avoir trouvé l'une de ces causes dans la déviation primitive du bassin, qui produit ensuite la scoliose lombaire; l'os iliaque se tord sur le sacrum et les autres déviations en sont la conséquence ; les jeunes filles alors s'asseoient sur la fesse gauche, et l'on comprend ensuite comment la colonne peut se dévier. Il faut donc les examiner souvent sous ce rapport.

M. LE Dr GAYET

Chirurgien titulaire de l'Hôtel-Dieu de Lyon.

DE L'ASPIRATION FAIBLE ET SOUTENUE APPLIQUÉE AUX CAVITÉS SUPPURANTES ET PARTICULIÈREMENT AUX EMPYÈMES

— Séance du 25 août 1875. —

Parmi les moyens de soutirer le pus des cavités qui le produisent, un des plus séduisants est sans contredit l'aspiration; non pas l'aspiration brusque et puissante qui a ses indications, mais l'aspiration faible et soutenue. Pour moi, il m'a semblé avantageux d'appliquer à un pareil but une force physique qui ne connaît ni obstacle ni repos. Mes premiers essais remontent à 1869, et depuis cette époque j'ai recueilli assez de faits, pour avoir une opinion raisonnée sur cette question. Comme on le verra plus bas, je n'ai pas la prétention de

donner l'aspiration soutenue comme une méthode supérieure; dans l'empyème surtout elle a fait défaut, mais ne serait-ce pas parce que les règles de son application ne sont pas encore posées?

Les cavités suppurantes produisent des liquides et des gaz, deux choses essentiellement soumises à l'influence de l'aspiration; elles en produisent incessamment, d'où la nécessité d'y recourir d'une façon persistante. C'est là une idée si naturelle, que depuis Pelletan jusqu'à Maisonneuve, J. Guerin, Hennequin, etc., etc., les chirurgiens qui l'ont proclamée ne se comptent pas.

Pour mon compte, avant tout essai thérapeutique, il m'a paru nécessaire de m'éclairer sur les effets de l'aspiration au double point de vue des surfaces suppurantes et des parois mobiles sur lesquelles elle s'exerce; car enfin ni ces surfaces, ni ces parois ne sont inertes, et ce n'est peut-être pas impunément qu'on les soustrait à la pression régulière de l'atmosphère? De là deux ordres de recherches.

Pour apprécier les effets du vide sur les surfaces d'une cavité close, l'expérimentation est entourée de telles difficultés que je n'ai pas même essayé de les surmonter; j'ai préféré raisonner par analogie et me contenter d'observer ce que l'aspiration produit sur des surfaces suppurantes exposées; puisqu'en définitive je cherchais une limite.

Pour atteindre mon but, j'ai pris un entonnoir en verre de petit calibre et muni à sa partie évasée d'une gorge qui m'a servi à le garnir d'une espèce de collerette en baudruche. Au moyen d'un tube en caoutchouc j'ai fait communiquer une pompe aspirante avec l'entonnoir, et sur ce tube j'en ai branché un second communiquant avec un manomètre à mercure.

L'appareil ainsi disposé, j'ai appliqué l'entonnoir sur la surface d'un ulcère, après avoir eu soin de mouiller la collerette de baudruche. Celle-ci s'applique hermétiquement sur toutes les parties qu'elle recouvre aux premiers coups de piston de la pompe, et le vide est fait à volonté sous l'entonnoir. A travers les parois transparentes de celui-ci, l'œil peut suivre sans difficulté les effets, sur l'ulcère, d'un vide plus ou moins prolongé et plus ou moins complet. Voici les résultats que j'ai obtenus.

1° Homme d'une cinquantaine d'années; ulcère de la jambe en voie de guérison. Aspiration rapide qui amène le sang entre 0,10 et 0,14 centimètres de mercure.

2° Jeune homme de 17 ans. Plaie de la jambe en voie de cicatrisation. Aspiration lente. Raptus sanguin léger à 0,24 centimètres de mercure. Les bourgeons restent fongueux pendant trois jours.

3° Enfant de 14 ans. Plaie bourgeonnant. L'aspiration amène l'hémorrhagie à 27 centimètres.

4° Homme adulte. Ulcère calleux. Le sang sourd à 0,38 centimètres de mercure. Des bourgeons sectionnés et portés sous le microscope, montrent que les globules s'échappent à travers les vaisseaux, s'accumulent le long des parois, ou infiltrent les bourgeons.

5° Jeune homme. Ulcère de la jambe. A 38 centimètres une goutte de sérosité ; à 42 forte douleur ; à 52 le sang s'écoule.

6° Vieillard apoplectique. Hémorrhagie à 52 centimètres.

7° Vieillard de 68 ans. Hémorrhagie à 0,38. Les bourgeons correspondant à la ventouse sont restés plusieurs jours rouges et fongueux.

8° Enfant de 14 ans. Hémorrhagie abondante à 0,38.

9° Homme de 47 ans. Ulcère variqueux. Hémorrhagie à 0,22 ; à 0,14 l'hémorrhagie dure encore.

10° Phlegmon de la jambe chez un homme de 41 ans. Hémorrhagie à 0,36.

11° Ancienne résection chez un homme de 31 ans. Plaie fongueuse. Raptus à 0,26 ; hémorrhagie à 0,32. Les bourgeons deviennent immédiatement livides et se mortifient les jours suivants. En somme, le résultat de ces observations est le suivant.

Les bourgeons se soulèvent et se boursouflent dès les premiers coups de pompe ; vers 0,14 centimètres de mercure on voit s'accumuler sous la ventouse une sérosité très-claire, sans qu'il soit possible de distinguer d'où elle sort ; en même temps le patient accuse une sensation de piqûre. Si on arrête là l'expérience, tout phénomène cesse, et les parties ne gardent plus trace de ce qu'elles ont subi. La sérosité étudiée au microscope ne contient pas de globules de sang, à peine quelques globules blancs : c'est du sérum qui a filtré à travers les bourgeons.

Poursuit-on l'expérience, la douleur s'accuse davantage, les bourgeons se boursouflent de plus en plus et tout le long d'une échelle qui varie de 0,14 à 0,38, 0,42 et même 0,52 centimètres de mercure, on voit des sugillations se faire dans les bourgeons et le sang sourdre en pluie. Enfin les effets de l'aspiration poussée aux limites que j'ai indiquées, persistent souvent deux ou trois jours ; il se produit des escharres dont l'élimination est nécessaire ou bien une destruction moléculaire des bourgeons, siége des sugillations.

Ces données m'ont fourni la preuve qu'il ne fallait en aucune circonstance faire atteindre à la succion une demi-atmosphère, et que, toutes réserves faites à propos de la comparaison à établir entre des ulcères et des surfaces suppurant en cavité, il ne fallait pas même atteindre le point où filtre le sérum, pas même celui où le malade souffre.

J'ai donc cherché quels instruments pourraient me donner la faible aspiration qui me semblait nécessaire et me la donner permanente.

J'avais d'abord songé à établir un courant d'eau permanent dans un tube et à profiter de la force aspiratrice de ce courant, en branchant sur le tube une communication avec la cavité suppurante, mais ce moyen n'était pas pratique. Je pensai alors aux aspirateurs des cabinets de chimie, et c'est sur celui de Regnault que se fixa mon choix.

Tout le monde connaît cette espèce de sablier (fig. 105) qui fait l'appel des gaz par le jeu de l'eau qui s'écoule du récipient supérieur dans l'inférieur. Son effet, limité à la capacité dudit récipient lorsque l'appareil fonctionne à l'air libre, aboutit à une aspiration permanente lorsque la succion s'exerce dans une cavité close, et cet effet peut être exactement calculé par une différence de niveau. A cet avantage théorique l'aspirateur de Regnault joint l'avantage pratique d'être portatif, de pouvoir se déplacer avec le malade, en un mot il résout avec une grande simplicité le problème de l'aspiration faible et soutenue.

On le met en communication avec la cavité suppurante au moyen d'une sonde en gomme ordinaire que l'on fixe dans la fistule avec une collerette de baudruche collodionnée qui a l'avantage de fermer hermétiquement toute issue latérale aux gaz et au pus. De la sonde part un tube de caoutchouc assez long, qui se rend dans un flacon laveur de 800g à un litre. De ce flacon laveur part un second tube flexible et long qui se rend directement à l'aspirateur.

Outre l'avantage de recevoir le pus, le flacon laveur disposé absolument comme dans l'appareil de Wolf, a celui de permettre de suivre la marche de l'aspiration, ses arrêts ou ses irrégularités, et de se comporter en conséquence.

J'ai appliqué assez souvent cet appareil à des cavités suppurantes ordinaires, mais je ne veux citer que trois observations parfaitement concluantes.

1° En 1869, j'ai eu à traiter un jeune homme de 15 ans, pour un abcès probablement extra-péritonéal ouvert à l'ombilic et profond d'au moins 0,33 centimètres. Le pus coulait depuis six mois, il était fétide et le dépérissement marchait rapidement. L'application de l'appareil amena un soulagement immédiat, et au bout d'un mois la guérison radicale. J'ai revu cette année mon jeune malade, c'est aujourd'hui un homme superbe.

2° En 1874, j'avais, salle Saint-Louis, n° 57, un homme atteint d'un énorme abcès par congestion de la cuisse droite, abcès qui s'était fait jour au dessous du ligament de Fallope. J'eus l'idée d'essayer de diminuer le volume de cet abcès par des aspirations répétées au moyen de l'appareil de Potain. Après la cinquième, des accidents formidables se déclarèrent et la santé du patient jusque là en heureuse contradiction avec l'étendue et la gravité de son mal, fut menacée par une redoutable septicémie. Aussitôt je fis une ouverture et appliquai l'aspiration faible et soutenue. L'effet fut immédiat, les accidents d'infection cessèrent, le malade se rétablit avec le maintien d'une fistule et la maladie poursuivit son cours régulier.

3° Cette année, j'ai fait à un homme de 35 ans une amputation de la cuisse au tiers inférieur pour un ostéo-sarcôme du tibia gauche. J'employai l'ischémie, et le pansement d'Alphonse Guérin. Au bout de six à sept jours il se forma sous le bandage un énorme abcès de la région externe de la cuisse. Cet abcès sous-musculaire

ne communiquait pas avec le moignon ; lorsque j'enlevai le bandage je reconnus que des gaz s'étaient développés dans la cavité. L'état général était aussi mauvais que possible.

Comme il me semblait très-chanceux d'ajouter à l'amputation l'énorme incision qui aurait été nécessaire pour évacuer le pus et les gaz, je ne fis qu'une petite ouverture à travers laquelle j'introduisis une grosse sonde aspiratrice. Aussitôt les accidents généraux cessèrent et la marche vers la guérison fut prompte et régulière. Depuis, le malade est mort de récidive de son cancer.

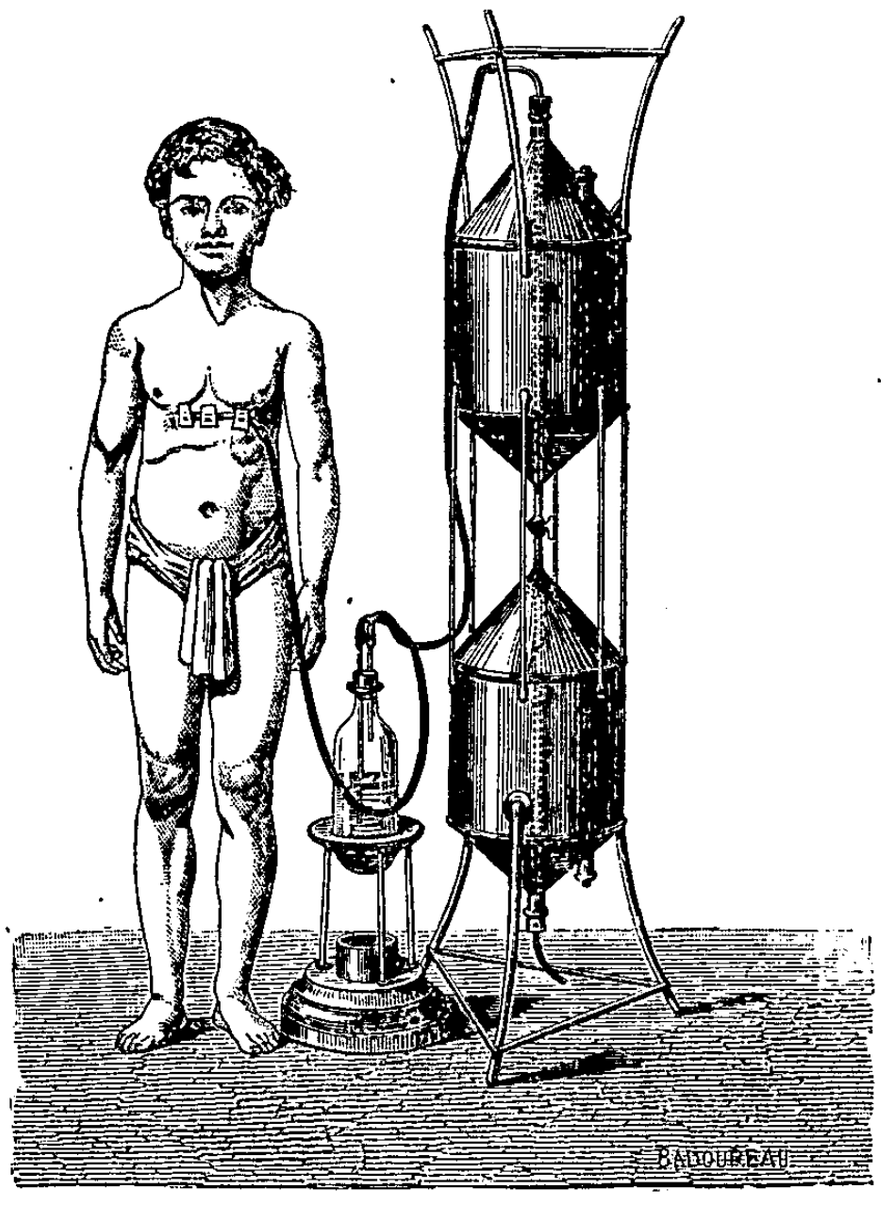


Fig. 105.

Ces trois observations sont bien faites pour montrer quel secours peut apporter, dans des cas graves et menaçants, l'aspiration faible et soutenue ; et je n'hésite pas à penser qu'elle peut devenir une précieuse et unique ressource. La seule précaution à prendre dans son emploi, c'est de retirer la sonde à mesure que la cavité s'oblitère, pour que celle-là ne soit pas exposée à jouer le rôle d'un séton intempestif ou à ulcérer les parois, contre lesquelles elle viendrait butter par suite de leur retrait.

J'ai dit en commençant que l'application de l'aspiration faible et soutenue aux cavités d'empyème avaient aussi été l'objet de mes recherches.

Ici le problème se complique de tous les éléments nouveaux que lui apportent la rigidité de certaines parois du thorax, la mobilité de certaines autres, et aussi le danger de soumettre à une attraction centripète un peu vive la surface du poumon et celle du péricarde si le mal siége à gauche.

C'est ici que se montre dans tout son jour la nécessité de n'user que d'une aspiration faible, et dans une de mes observations, j'ai pu constater combien étaient faciles la syncope, ou d'effrayantes attaques de dyspnée, pour des aspirations ou trop brusques ou trop fortes.

Si, en outre, on analyse les conditions possibles de la guérison d'un empyème, on voit que la cavité ne peut s'oblitérer que par deux procédés, ou le retour du poumon, ou l'aplatissement des côtes et le bombement du diaphragme. Le premier mode est le seul physiologique, et c'est celui qu'il faut tâcher d'atteindre. L'aspiration faible et soutenue est merveilleusement disposée pour cela ; en créant dans la plèvre un vide léger, elle détermine une rupture de l'équilibre de la paroi pulmonaire au profit de l'atmosphère pénétrant par les bronches ; et en agissant d'une manière continue, elle sollicite incessamment la dilatation pulmonaire ; théoriquement donc, rien de plus naturel que son application à l'empyème. Voici maintenant les résultats pratiques qu'elle m'a fournis.

1° Empyème gauche chez un homme de 35 ans, non tuberculeux, ouvert entre la 8me et la 9me côte, tout contre le péricarde. L'aspiration amena un soulagement immédiat, et des accidents septicémiques qui minaient le malade cessèrent instantanément. Pendant deux mois la succion fut poursuivie sans que pour cela la guérison semblât se prononcer. Je songeai à faire des lavages dans la cavité, les premiers furent bien supportés, mais au bout de quelques jours ils amenèrent d'effrayantes syncopes. Malgré les soins pris de les faire à l'eau tiède et d'équilibrer la température du liquide à celle du corps une des injections amena une épouvantable dyspnée à laquelle le malade succomba après 24 heures.

Autopsie. Le poumon, réduit au volume d'un poing, est mastiqué par des fausses membranes épaisses contre la colonne vertébrale. Les 8me 9me et 10me côtes sont tellement pressées l'une contre l'autre, qu'elles se sont réciproquement creusées et ulcérées, enfin le péricarde forme l'une des parois de la cavité, et c'est à cette circonstance que j'attribue les accidents bizarres et terribles qui se sont produits à plusieurs reprises au contact des liquides et qui finalement ont entraîné la mort.

2° Jeune maçon de 22 ans. Énorme empyème droit, accidents septicémiques graves. Ce malade vient d'une salle de médecine pour subir l'aspiration. En quelques heures on extrait plus de deux litres de pus ; le soulagement est immédiat, l'appétit revient ainsi que les forces. A quelque temps de là le malade se trouvant suffisamment bien, enleva sa sonde aspiratrice. Retour immédiat de la fièvre et de tous les accidents d'intoxication ; la réapplication de l'appareil ramène le bien-être, et vu l'indocilité du malade, nous avons vu l'aspiration faible et soutenue faire instantanément disparaître des accidents que sa suppression avait fait renaître. Ce malade a voulu quitter l'hôpital avant sa guérison ; je ne sais pas ce qu'il est devenu.

3° Enfant de 10 ans. Entré à l'hopital au printemps de 1874 dans un état déplorable. L'empyème siége à droite, il laisse écouler un pus d'une horrible fétidité. La poitrine est déformée, fortement rétrécie, et la sonorité existe seulement entre l'omoplate et la colonne. La fistule s'ouvre entre la 8me et la 9me côte.

A peine l'appareil aspirateur est-il appliqué que tous les accidents septiques s'amendent, l'enfant refleurit, et l'on peut commencer par la percussion et l'auscul-

tation à reconnaître un retour du poumon lent mais régulier. Au bout d'un mois de traitement, on supprime l'appareil de 9 heures du matin à 4 heures du soir pour laisser le petit malade jouer et prendre de l'exercice. En automne, il est réclamé par sa famille ; il nous revient au mois de novembre très-souffrant, rendant par sa fistule un pus très-fétide. L'appareil est réappliqué et on le combine cette fois avec des lavages à la teinture d'iode.

Le 25 décembre 1874, après huit mois de traitement il nous a quitté complétement guéri. Je l'ai revu cet été et la guérison s'est parfaitement maintenue.

4° Enfant de 14 ans. Énorme empyème gauche. Ectopie du cœur, qui bat à droite sous le mamelon. Poumon logé contre la colonne vertébrale et sous la clavicule. Écoulement énorme d'un pus fétide. Accidents septiques Dans les premières 24 heures de l'application d'un appareil dans lequel la succion équivaut à 2 mètres d'eau, il s'écoule 1,200 gr. d'un pus d'odeur repoussante. Mais aussitôt on a à lutter contre des accidents de dyspnée redoutables et qui rappellent de point en point ceux constatés dans l'observation n° 1; il s'y joint une douleur abdominale très-curieuse et qui nous sera expliquée plus tard. Peu à peu l'expérience fit descendre l'aspiration à environ 0,50 centimètres d'eau, et pendant un mois, l'état fut des plus satisfaisants. Le malade perdit, du 21 mars au 13 mai, 13,285 centimètres cubes de pus; la poitrine mesurée avec soin se reforma, et la percussion, jointe à l'auscultation, montra, sur des figures comparatives, le retour lent mais progressif du poumon. Le cœur lui-même revenait à sa place, et tout faisait présager un succès, lorsque, tout à coup, malgré l'aspiration, des accidents formidables éclatèrent, les bords de la fistule se boursouflèrent, se couvrirent d'un enduit diphthéritique et peu à peu cessèrent de suppurer. La fièvre s'alluma accompagnée d'angoisses et finalement le jeune malade succomba.

A l'autopsie nous trouvâmes une cavité d'un demi-litre environ, et le poumon revenu aux limites que nous avions reconnues. Les parois de l'empyème étaient recouvertes d'un enduit diphthéritique, vraie pourriture d'hôpital. Les poumons n'étaient pas tuberculeux.

Si j'avais eu un instant l'idée d'avoir trouvé et appliqué un moyen infaillible au traitement de l'empyème, ces quatre observations ne seraient pas faites pour m'y faire persister, et rien ne serait plus compromettant pour la méthode de l'aspiration soutenue que d'essayer d'atténuer la portée de ces revers. Je n'en ferai rien ; seulement je ferai remarquer que le principe si simple et si rationnel que j'ai essayé d'appliquer, pour n'avoir pas assuré le succès définitif, n'en a pas moins été toujours plus ou moins efficace.

Dans les quatre observations, je remarque qu'une amélioration a toujours suivi l'application de l'appareil ; et, parmi ses avantages, je puis donc affirmer qu'il a celui de faire gagner du temps. J'ajoute qu'il a aussi celui de provoquer le retour du poumon, chose capitale, puisque c'est par le développement du viscère que se conçoit la vraie guérison, celle que je désignerai sous le nom de *physiologique*.

Après cela j'avouerai volontiers qu'il ne faut pas, dans le traitement de l'empyème, se contenter d'aspirer le pus et les gaz. Je crois qu'il faut surveiller attentivement la plaie extérieure, qui peut devenir la porte d'entrée et la conductrice d'altérations graves des parois (Obs. IV); qu'il faut faire coïncider des lavages avec la succion ; qu'il serait peut-être utile d'unir à l'action du vide sur la surface externe des poumons celle de l'air comprimé sur sa surface interne par une combinaison parfaitement exécutable.

Tous ces problèmes, qui se sont posés à mon esprit pendant que je faisais ces recherches, l'expérience seule peut les résoudre ; et pour cela, il faut que des cas se présentent. Or, les abcès pleuraux ouverts à l'extérieur sont relativement rares. Une pratique privée ne saurait suffire aux recherches nécessaires ; et c'est pour cela que je fais un appel à mes confrères, pour reprendre cette question au point où elle est aujourd'hui et l'amener à bonne fin.

N'est-il pas grand temps qu'une thérapeutique appuyée sur des règles positives vienne arracher à la mort un grand nombre de malades qui ne portent en eux aucune de ces diathèses redoutables auxquelles il faut succomber tôt ou tard, et qui ne périssent que faute de pouvoir triompher de résistances purement mécaniques ?

M. TOUSSAINT

Chef de service à l'École vétérinaire de Lyon.

DE L'INTERVENTION DES PUISSANCES RESPIRATOIRES DANS CERTAINS ACTES MÉCANIQUES DE LA DIGESTION

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 25 août 1875. —

L'année dernière, à Lille, j'avais l'honneur de communiquer à la section de zoologie les résultats de recherches que j'avais faites sur le phénomène de la régestion (1) dans la rumination, et j'arrivais à démontrer que la raréfaction de l'air dans la cavité thoracique au moment de l'ascension du bol mérycique était la principale force, sinon la seule, qui détermine cette ascension.

L'occlusion de la glotte, coïncidant avec une forte contraction diaphragmatique, détermine dans la régestion la raréfaction de l'air du poumon et l'afflux instantané des matières alimentaires dans l'œsophage.

On trouve chez l'homme un acte qui ressemble à la réjection par son mécanisme : c'est l'*éructation*. De même que dans la rumination, on remarque que la glotte se ferme, que le diaphragme se contracte et que les côtes s'affaissent sous l'influence de la pression atmosphérique extérieure, la raréfaction intérieure détermine les gaz à monter dans l'œsophage.

J'ai voulu comparer le vomissement à la rumination. J'ai pris pour cette étude le chien, et après avoir placé un tube fin dans les cavités nasales, un autre dans la trachée et des ampoules pneumographiques autour du thorax et de l'abdomen, j'ai pu constater que le mécanisme du vomissement diffère essentiellement de celui de la régestion normale ; en effet, dans l'acte convulsif et presque pathologique, on voit au moment du rejet des substances la glotte se fermer et la pression monter

(1) J'emploie le mot *régestion* pour désigner l'acte principal dans la rumination (de *re...* et *gestum*), et je réserve celui de *réjection* pour caractériser la sortie convulsive des matières alimentaires dans le vomissement (de *re...* et *jectum*).

considérablement dans le thorax, et cela par suite d'un resserrement considérable du thorax, qui contrebalance et au delà une contraction assez forte du diaphragme. La sortie des matières de l'estomac est surtout provoquée par une contraction très-forte et extrêmement brusque des parois abdominales, qui pressent l'estomac contre le diaphragme contracté. On le constate en introduisant une sonde dans l'intérieur de l'estomac par une fistule gastrique.

Le vomissement diffère donc essentiellement de la régestion par son mécanisme.

C'est en étudiant le vomissement sur le chien que je pus, presque accidentellement, remarquer un phénomène bien particulier qui se produit au moment de la déglutition (salive et aliments) : chaque fois qu'un animal déglutit, il se produit dans sa cavité thoracique une dépression considérable due à une contraction du diaphragme ou à une élévation des côtes, suivant que chez lui la respiration est plutôt diaphragmatique que costale, dépression correspondant à une occlusion de la glotte et absolument comparable à celle de la rumination.

La régestion mérycique et la déglutition sont donc des actes qui, tout en étant tout à fait opposés, réclament de la même façon le concours des puissances respiratoires ; dans l'un et dans l'autre cas l'œsophage est l'organe sur lequel agissent ces pressions, mais les nerfs intéressés déterminent le sens du mouvement ; c'est là un des faits qui mettent le mieux en lumière le rôle prépondérant du nerf ; suivant que l'excitation est partie de la partie supérieure ou de l'inférieure, la réflexion a produit un effet opposé. Le muscle, comme un ouvrier obéissant, s'est contracté dans un sens ou dans un autre, suivant l'impulsion qui lui était donnée par le nerf. La régestion mérycique peut donc être caractérisée par cette phrase : *Elle est une déglutition à rebours.*

On peut voir également que dans ces phénomènes normaux que l'on appelle réjection, éructation ou déglutition, les puissances respiratoires viennent en aide aux organes de la digestion. Dans le vomissement, au contraire, elles leur opposent un obstacle non insurmontable, mais dont il y a lieu de tenir compte, et qui nous montre qu'il n'est pas possible d'assimiler ces deux actes si nets, la réjection mérycique et le vomissement.

M. LE Dr FRANÇOIS FRANCK

Préparateur au Collége de France.

CHANGEMENTS DE VOLUME DES ORGANES SOUS L'INFLUENCE DE LA CIRCULATION

— Séance du 25 août 1875. —

Tout organe riche en vaisseaux et dont la texture est assez souple, présente des alternatives d'expansion et de resserrement qui correspondent aux systoles et aux diastoles cardiaques, et résultent de la dilatation et du retrait successifs des vaisseaux qu'il contient.

Chaque ondée sanguine qui vient se loger dans les vaisseaux de la main, par exemple, s'ajoutant au sang contenu déjà dans cette main, amène une augmentation brusque de volume en même temps qu'une soudaine élévation de pression. Mais, dans l'instant suivant, cette ondée est entraînée par les veines, et son départ s'accompagne de phénomènes inverses de ceux qui ont signalé son arrivée : le volume de la main diminue en même temps que la pression décroît.

Ces variations, inaccessibles à l'exploration directe, ont été vues et enregistrées par Buisson. Le docteur Piégu, dès 1846, parla des mouvements dont les membres sont le siége sous l'influence de la circulation; et en 1872 il inséra dans le *Journal de Robin* une note assez complète sur le même sujet.

Cette année, le professeur Marey m'ayant engagé à faire quelques recherches sur cette intéressante question, j'ai moi-même repris les expériences de Buisson et inscrit avec les appareils enregistreurs bien connus de Marey, les variations du volume de la main dans des conditions variées.

Cette question méritait en effet d'être suivie : les variations de volume des organes sont seules capables de nous renseigner sur l'état de la circulation dans les petits vaisseaux, dont nous totalisons les modifications en explorant l'organe tout entier.

L'appareil qui m'a servi consiste en un bocal dont le goulot, assez large pour permettre le passage de la main, sert à fixer une membrane de caoutchouc percée de deux orifices, l'un pour la main, l'autre pour un tube verticalement placé et muni d'une ampoule un peu au dessus du niveau de la membrane. L'appareil, dans lequel on plonge la main et une partie de l'avant-bras, étant rempli d'eau tiède, purgé d'air et hermétiquement fermé, on voit la colonne d'eau s'élever dans le tube et y décrire des oscillations verticales.

Que l'on adapte à l'extrémité libre du tube de verre un tube de caoutchouc en rapport avec un tambour à levier inscripteur, chaque ascension de la colonne liquide, comprimant l'air du tambour, en refoulera la membrane, et le levier que supporte celle-ci inscrira sur le cylindre tournant une ligne ascendante dont la hauteur correspondra à la course du liquide dans le tube. L'ampoule placée sur le trajet du tube de verre s'oppose aux effets de la vitesse acquise, et notre tracé nous fournit ainsi une indication fidèle.

Cette ascension de l'eau dans le tube, cette ligne verticale du tracé, expriment une augmentation du volume de la main immergée, et si nous voulons savoir de quelle quantité ce volume s'est accru, nous pouvons construire l'échelle de notre levier en ajoutant au contenu du bocal des quantités d'eau connues, et en déterminant pour chaque cen-

timètre cube d'eau les déplacements du levier. Dans nos expériences, nous pourrons ainsi savoir quelle quantité de sang a pénétré dans les vaisseaux de notre main, de combien son volume s'est accru.

A cette ascension du levier fait suite une descente qui correspond au resserrement des vaisseaux, à l'écoulement par les veines, à la diminution du volume de la main. Nous obtenons ainsi une série d'indications graphiques dont l'identité avec le tracé du pouls est évidente au premier coup d'œil.

Comme la fidélité de ces indications n'est pas douteuse, nous pouvons, grâce à elles, contrôler une fois de plus les tracés du sphygmographe à transmission d'air de Marey, et nous n'aurons besoin pour cette épreuve que de superposer les deux tracés, en appliquant sur la radiale du côté droit le sphygmographe à transmission, pendant que la main est plongée dans l'appareil à déplacement. Le sphygmographe nous donne l'indication des variations de pression dans une seule artère; l'appareil à déplacement nous fournit le graphique des variations de pression dans la totalité des artères de la main, en même temps que celui des variations de volume de l'organe tout entier.

Si nous examinons une longue série de pulsations obtenues avec la main plongée dans le bocal, nous constaterons sur la ligne d'ensemble tracé de grandes ondulations qui affectent le rhythme respiratoire. Correspondent-elles exactement à chacun des temps de la respiration?

En recueillant simultanément le tracé des mouvements respiratoires et celui des changements de volume de la main, nous remarquons que le plus souvent, quand la respiration s'exécute normalement, les deux courbes ne sont pas exactement superposables, et sans entrer ici dans des détails qui m'entraîneraient trop loin, je dirai que le volume maximum correspond à la seconde moitié de l'expiration, le volume minimum au milieu de l'inspiration.

Maintenant que nous sommes en possession du tracé normal et que nous connaissons les variations du volume d'un organe, la main prise pour exemple, sous l'influence des fonctions cardiaque et respiratoire, nous pouvons étudier toute une série d'influences mécaniques et physiques sur le volume des organes.

1° *Augmentation de volume.* — Nous l'avons obtenue d'abord par la position déclive de la main et par l'élévation simultanée du membre opposé. Un aide soulevait graduellement ce membre pour nous éviter tout effort, tout déplacement, et nous voyions s'élever progressivement la ligne d'ensemble de notre tracé : ici la pesanteur entrait en jeu, et, le membre en expérience se trouvant soumis à une pression plus considérable, son volume augmentait.

Dans d'autres expériences, nous faisions comprimer à la fois nos deux artères fémorales, et il se produisait deux phénomènes consécutifs aboutissant l'un et l'autre à l'augmentation du volume de la main. Le premier, suivant de très-près l'occlusion des fémorales, consistait en une augmentation rapide de volume, un vaste réseau artériel étant subitement supprimé à l'extrémité inférieure de l'aorte; le second, plus lent à se produire, plus graduel, se manifestait par une ascension progressive correspondant évidemment à l'évacuation du sang des membres inférieurs par les veines laissées libres, et à l'accumulation de ce sang dans les réseaux vasculaires restés perméables.

L'effort a été également étudié et s'est traduit du côté de la main immergée par une élévation très-rapide de la ligne d'ensemble du tracé, avec conservation des pulsations, lesquelles acquéraient dans la première période une amplitude considérable. Il s'agissait évidemment là d'une série d'afflux sanguins plus abondants, ce qui s'explique par l'excès de pression intra-thoracique et intra-abdominale, auquel était soumise l'aorte.

C'était bien un afflux plus considérable et non un défaut d'écoulement par les veines qui amenait le gonflement de la main. L'inspection du tracé le prouve aisément, et du reste une expérience complémentaire ne laisse pas de doute à ce sujet. Si l'on entoure la région du bras d'un lien circulaire, comme pour la saignée, on comprime les veines sans empêcher le sang d'affluer par les artères, la main se gonfle, mais cette fois, par défaut d'écoulement, le tracé représente un véritable escalier dont les marches diminueraient progressivement de hauteur, et non, comme dans le cas de l'effort, une série d'ondulations dans lesquelles l'écoulement des organes périphériques s'accuse par la ligne de descente. Le retour du sang ne fait donc pas défaut dans l'effort, et c'est bien par des afflux plus considérables qu'augmente dans ce cas le volume de l'organe.

L'élévation locale de la température, enfin, a déterminé, en même temps que la dilatation générale des vaisseaux de la main, une notable augmentation de volume.

2° *Diminution de volume.* — Le moyen le plus simple de l'obtenir consiste à comprimer soi-même l'humérale au pli du coude; le volume diminue considérablement par défaut d'afflux artériels, et l'on obtient ainsi une sorte de ligne de zéros, fort utile pour l'évaluation des changements de volume absolus.

Le refroidissement direct de la main, produisant une constriction vasculaire, entraîne aussi une diminution notable de volume.

Le refroidissement de la main opposée détermine sur la main en expérience des effets certainement complexes qui se traduisent par un

abaissement de la température et une diminution du volume de cette main. De nouvelles expériences seront faites bientôt pour chercher à savoir s'il s'agit réellement ici d'une action réflexe ayant son point de départ dans l'impression produite sur les nerfs sensitifs de la main refroidie, comme l'ont pensé MM. Brown-Sequard et Tholozan.

Enfin j'ai essayé l'action des courants continus ascendants et descendants sur la circulation par l'entremise des nerfs vasculaires. Jusqu'ici je n'ai point de renseignements suffisants pour exprimer une opinion sur leur influence et confirmer ou mettre en doute les assertions émises au sujet de l'influence différente de ces courants.

Je ne veux point terminer cette communication aussi abrégée que possible sans dire un mot d'un appareil remarquable par sa précision et sa simplicité, que mon ami, le docteur Mosso (de Turin), a employé pour étudier les variations de volume *absolues* du membre supérieur.

C'est encore un appareil à déplacement; mais l'eau se déverse dans une éprouvette, qui plonge alors dans un récipient plein d'eau, et fait remonter, par l'intermédiaire d'une poulie, un curseur armé d'une plume, qui trace sur un cylindre tournant.

M. LE Dr VIAUD-GRAND-MARAIS

Professeur à l'École de Médecine de Nantes.

DE LA LÉTHALITÉ DE LA MORSURE DES VIPÈRES INDIGÈNES

— Séance du 25 août 1875. —

Dans la séance du 23 juin 1874, une discussion fut soulevée à l'Académie de Médecine sur la léthalité des morsures de vipères, et cela à propos des injections ammoniacales intraveineuses préconisées comme moyen de traitement par MM. Oré et Feuvrier.

Il y aurait beaucoup à dire sur diverses propositions qui furent alors avancées, en particulier sur l'acidité du venin, sur son action quand il est mis en contact avec la muqueuse linguale, sur la valeur de l'ammoniaque comme contre-venin et sur la théorie séduisante à l'aide de laquelle Halford essaye d'expliquer l'envenimation.

Je me bornerai aux simples observations suivantes :

Ce n'est pas sans étonnement, que j'ai vu dans cette discussion un de mes maîtres, qui est en même temps un des savants les plus distingués de l'Académie, mettre en doute, chez l'homme, la mort par empoisonnement vipérique.

Telle était, cependant, déjà l'opinion de Fontana, qui calculant, dans son cabinet, la dose de venin nécessaire pour tuer un animal et établissant qu'elle était en rapport avec le volume du blessé, en concluait théoriquement que l'homme ne pouvait succomber par le fait même de la morsure d'une vipère indigène.

Je me suis trouvé, au point de vue de l'observation des morsures de vipères, dans une situation exceptionnelle. Nantes est, en effet, le centre d'une région formée par la Loire-Inférieure et la Vendée, région dans laquelle les vipères foisonnent et où, par suite, les accidents auxquels elles donnent lieu s'observent fréquemment.

Les vipères vendéennes, qui ont une réputation trop méritée, appartiennent à l'espèce *Vipera aspis* Merrem. Celles du sud de la Loire-Inférieure sont aussi des *aspics*, tandis que dans la partie la plus septentrionale de ce département, ce reptile est plus ou moins complétement remplacé par son congénère, le *péliade* (*Vipera Berus* Daudin).

Les observations de morsures chez l'homme que j'ai réunies jusqu'à ce jour s'élèvent à plus de trois cent soixante-dix, et ce chiffre ne représente qu'une faible partie des accidents ayant eu lieu depuis une vingtaine d'années, car les cas légers passent souvent sans m'être signalés et mes recherches ont été moins complètes pour la Vendée que pour la Loire-Inférieure.

Sur ce nombre de trois cent soixante-dix se trouvent cinquante-trois cas de mort se classant comme suit :

1° Trente-sept ont eu lieu dans la Loire-Inférieure ; soit vingt-trois dans l'arrondissement de Nantes, douze dans celui de Paimbœuf et deux dans celui de Saint-Nazaire. Les arrondissements d'Ancenis et de Châteaubriant, où se trouve surtout le péliade, ne m'ont point fourni de cas authentiques de mort. C'est un fait à noter et qui explique sans doute, en partie, ma divergence d'opinion avec plusieurs des savants membres de l'Académie. Je fais cependant mes réserves, car mes recherches ont été un peu moins suivies dans ces deux circonscriptions que dans les autres.

2° Douze cas de mort ont été observés en Vendée, soit quatre dans l'arrondissement de la Roche-sur-Yon, trois dans celui de Fontenay et cinq dans celui des Sables-d'Olonne.

3° Quatre cas ont été recueillis en Maine-et-Loire et dans les Deux-Sèvres, sur la limite de la région.

En résumé, six cas de mort ont eu lieu au nord de la Loire et quarante-sept au sud.

Ces nombres n'expriment pas la proportion exacte qui existe entre les décès occasionnés par les vipères dans les départements de la Vendée et de la Loire-Inférieure.

La mortalité annuelle par l'empoisonnement vipérique doit être considérée comme étant de un à deux cas dans le premier et de un seulement dans le second.

Il résulte de la statistique elle-même que la mortalité est remarquablement supérieure sur la rive gauche du fleuve que sur la droite. Les environs de Boussais dans l'arrondissement de Nantes, de Frossay dans celui de Paimbœuf, de Challans dans celui des Sables doivent être spécialement mal notés sur le carnet des chasseurs.

Là où le péliade, ou vipère du Nord, remplace l'aspic aux teintes grises ou rouges, les cas de mort sont rares. Deux blessures à marche fatale ont été faites par le *Vipera Berus,* toutes les autres doivent être attribuées à l'aspic.

Sur les victimes, trente appartenaient au sexe masculin et vingt-trois au sexe féminin : soit dix-huit garçons au dessous de quinze ans, douze filles du même âge, deux jeunes gens de quinze à vingt ans, trois jeunes filles, huit hommes de vingt à cinquante ans, six femmes du même âge, deux hommes et deux femmes de cinquante ans et plus. Les enfants offrent donc à eux seuls plus de la moitié des cas de mort.

La différence, qui porte principalement sur les petits garçons, tient à ce que, dans leurs courses buissonnières, ils s'éloignent plus des fermes que les petites filles, et c'est parmi eux que se recrutent surtout les dénicheurs.

Une blessure envenimée chez un tout petit enfant n'est pas nécessairement mortelle ; un enfant de dix mois mordu, dans son berceau, a été guéri parfaitement.

La coïncidence des règles et de l'envenimation, quoique fâcheuse, ne doit pas faire porter un diagnostic absolument mauvais. Plusieurs des blessées se sont trouvées dans ce cas et une seule a succombé.

La grossesse n'est pas non plus une condition qui doive faire désespérer de la guérison. J'ai publié ailleurs une curieuse observation d'une femme mordue au sixième mois de sa grossesse et qui fut guérie par la médication alcoolique poussée jusqu'à l'ivresse la plus complète (1).

Dix fois la mort a eu lieu dans les vingt-quatre heures, vingt-six du second au sixième jour et douze du septième au vingt et unième. Trois blessés ont succombé à la cachexie au bout de plusieurs mois. La durée de la maladie chez deux victimes n'a pas été suffisamment indiquée ; mais jamais la mort n'est survenue d'une manière instantanée et l'intervalle entre la blessure et le décès a toujours été au moins d'une heure.

(1) *Etudes médicales sur les serpents de la Vendée et de la Loire-Inférieure.* Nantes, 1867-1869, page 135.

La succion immédiate n'a jamais été pratiquée ; il en a été de même de la cautérisation immédiate au fer rouge. Une fois la plaie a été traitée par le chlorure d'antimoine, presque toujours, on a employé l'ammoniaque, cet antidote souverain.

La mort a lieu de bien des manières dans l'empoisonnement vipérique. Tantôt elle est le résultat d'une syncope ou d'un défaut absolu de réaction analogue à celui qu'offrent le choléra et la fièvre algide. Ce sont les cas de mort rapide, dans lesquels la vie ne persiste que de quelques heures à deux jours.

Tantôt elle est due à la généralisation de l'œdème, qui envahit alors le tissu cellulaire du pharynx et même celui des replis aryténo-épiglottiques. D'autrefois, elle arrive par accidents pulmonaires (Péripneumonia notha). Quand la vie persiste un septenaire, la mort a lieu par suite d'une réaction incomplète à forme typhoïde, et dans laquelle le sang n'a pas été suffisamment étudié.

Enfin la mort peut être tardive ; elle survient alors sur l'influence d'une altération cachectique du sang, dans laquelle la fibrine est profondément altérée, si bien que la coagulation du liquide sorti de la veine est imparfaite et caillebotée.

D'ordinaire, dans ce dernier cas, la terminaison fatale a lieu par le cerveau et lentement. Il est regrettable qu'aucune autopsie ne soit venue éclairer sur la nature de la lésion qu'offrent alors les centres nerveux.

Je n'ai pas observé de mort par hémorrhagie externe. Les hémorrhagies abondantes se faisant au point d'introduction des crochets sauvent, au contraire, les blessés en entraînant le venin au dehors. Des chiens ont présenté des accidents hématuriques ; des vaches, du lait sanguinolent.

M. le Dr C. Merland m'a signalé le fait d'une hémorrhagie intestinale abondante, d'abord composée de sang pur, puis d'une sorte de substance noirâtre, fait observé par lui sur un chien. Ce cas sera publié, car le chien offrit de plus, pendant plusieurs jours, une hyperesthésie générale assez étrange.

Les hémorrhagies intracellulaires, intraviscérales et périphériques, et les taches ecchymotiques trouvent leur explication dans ce fait, observé d'abord par le Dr Weir Mitchell (*Experimental contribution to the toxicology of rattlesnake venom.* New-York, 1868), qu'il suffit de déposer une gouttelette de venin sur un point du mésentère d'un animal encore vivant pour voir sourdre immédiatement le sang avec ses globules, sans que des lésions de tissu aient pu être aperçues. Il y a là un fait curieux à poursuivre et qui n'est encore qu'entrevu.

Quelle est l'action intime du venin ? Est-ce un poison du sang ? un poison des nerfs ?

Malgré les belles recherches modernes, et en particulier les très-nombreuses expériences du Dr Weir Mitchell, l'action intime du venin sur l'économie n'est pas connue.

On sait que son contact prolongé avec le sang vivant rend la fibrine diffluente, ou du moins irrégulièrement coagulable ; que chaque goutte de venin placée en contact avec la paroi d'un vaisseau, soit *intus,* soit *extra*, donne lieu à une extravasation séro-fibrineuse ou même globulaire ;

Que le tissu musculaire offre une désagrégation moléculaire là où a pénétré un venin puissant, celui du crotale, par exemple, et qu'il n'est pas rare de voir en ce point les tissus se gangrener.

Que sous l'influence du venin, les capillaires lymphatiques s'enflamment et que les ganglions sont à l'état hyperplasique.

Si l'on ajoute à cela qu'une partie des accidents généraux de l'envenimation aiguë semblent s'expliquer par une sorte d'asphyxie globulaire, on aura à peu près tout ce que l'on sait sur l'action intime des échidnines sur l'organisme vivant.

Il y a des cas, comme celui d'un enfant de Challans (Vendée), Alexandre Huguet des Bretellières, qui a succombé au mois de juin dernier, des cas, dis-je, dans lesquels les lésions matérielles se montrent très-rapidement loin du point mordu, à la bouche et à la langue, par exemple, quand la morsure a eu lieu au pied. Ces faits ne peuvent s'expliquer que par le transport du poison par le sang et par son action là où il s'est trouvé en contact avec la paroi vasculaire.

Chez cet enfant, le gonflement de la face a été remarqué avant celui du pied, siége de la blessure. Le venin avait été versé dans une des branches d'origine de la saphène externe.

Le Dr Halford est l'auteur d'une théorie curieuse de l'envenimation, communiquée à l'Institut le 28 juin 1868.

D'après lui, l'introduction du venin dans le sang vivant y ferait apparaître de petites cellules spéciales contenant un nucléus renfermant lui-même des granulations douées de mouvement. Ces néocytes s'y développeraient avec une rapidité prodigieuse et enlèveraient pour cela au sang une quantité considérable d'oxygène. Tous les phénomènes de l'envenimation s'expliqueraient alors avec facilité.

MM. Weir Mitchell et moi, nous n'avons rien observé de bien net sur cette multiplication cellulaire. Elle est très-bornée dans l'empoisonnement vipérique et paraît simplement due à une augmentation des corpuscules lymphatiques dans le sang, contrairement à ce qui se passe dans l'empoisonnement par le curare. C'est un certain degré de leucocytose par irritation des ganglions.

Ce serait une erreur que de considérer le chiffre de cinquante-trois

décès sur trois cent soixante-dix observations comme représentant la proportion exacte de la mortalité chez l'homme de la morsure de la vipère. La proportion n'est pas de 1/7e dans nos départements, mais de 1/25e à 1/30e. Des animaux d'un volume plus considérable que l'homme et offrant une plus grande résistance vitale, peuvent succomber à la morsure de nos serpents indigènes. M. Viaud, vétérinaire au Loroux-Bottereau (L.-I.), a publié dans le *Journal de médecine de l'Ouest,* année 1869, la mort d'une forte jument bretonne qui, blessée à la narine droite par un aspic, succomba très-peu de jours après.

DISCUSSION

M. Landowski aurait désiré voir employer les compte-globules du sang pour vérifier s'il y a ou non multiplication abondante des globules blancs, comme on l'a prétendu.

M. Viaud Grand-Marais n'a pas employé le compte-globules, mais il affirme que dans aucun cas la multiplication de ces éléments n'a pu être considérable, car elle n'aurait pas échappé à l'examen microscopique qui a été fait bien des fois du sang envenimé.

M. Bouteiller croit que l'observation de ce qui se passe pour le vaccin et la rage doit faire douter de l'efficacité de la succion contre la morsure de la vipère. Ce qui est préférable ici, comme dans la rage, c'est une cautérisation profonde et immédiate quand elle est possible, puis la sueur par marche forcée ou par sudorifiques, parmi lesquels il place le jaborandi.

M. Lancereaux ne pense pas que l'on doive assimiler le venin de la vipère au vaccin ou à la rage. Ces virus peuvent avoir une rapidité d'absorption différente ; il faut donc, au contraire, pratiquer la succion, puis la cautérisation.

Pour M. Viaud Grand-Marais, la succion est le meilleur remède. Quand il l'a pratiquée dans ses expériences, elle a empêché tout espèce d'accidents de se produire, et il a été à même de faire l'épreuve et la contre-épreuve. Le venin n'a pas de saveur, et quant à son innocuité lorsqu'on l'avale, il peut en donner pour preuve ses expériences personnelles, même lorsqu'il existe une gingivite scorbutique, car une fois par mégarde il a expérimenté, sur lui-même, dans ces conditions.

M. le Dr TRIPIER

De Lyon.

SUR LE GENOU EN DEDANS

— Séance du 25 août 1875. —

M. le Dr Lucien-Henri-Almès PAPILLAUD

De Saujon (Charente-Inférieure).

SUR QUELQUES INDICATIONS DU CHLORAL ET DU BROMURE DE POTASSIUM

— Séance du 25 août 1875. —

Comme pour tous les médicaments nouveaux, on a trouvé pour le chloral un grand nombre d'indications qu'on n'avait pu prévoir. Ainsi, pour citer celles qui sont les plus disparates, on l'a trouvé efficace contre l'incontinence d'urine, contre les calculs biliaires, contre les coliques néphrétiques, contre la pneumonie, etc., sans parler de l'usage qu'on en a fait comme médicament externe et de ses propriétés cicatrisantes, et de son usage contre quelques affections herpétiques, etc.

En somme, le chloral est un médicament anesthésique qui amène la sédation et le sommeil tout autrement que les narcotiques et au moyen duquel on peut procurer le calme aux malades dans des conditions où les préparations d'opium ou de solanées seraient impuissantes ou dangereuses.

Le tétanos, dont les guérisons étaient autrefois tellement rares qu'on les considérait comme des faits exceptionnels, est devenu, grâce au chloral, une maladie curable dans une notable proportion.

Notre distingué confrère et ami, le docteur Mascaro, premier médecin du Bey de Tunisie, a publié l'an dernier dans la *Gazette médicale de Paris* deux observations de tétanos traumatique guéris par lui à l'aide du chloral. La dose ordinaire de ce médicament, tant qu'ont persisté les convulsions ou la tendance aux convulsions, a été de 8 grammes en vingt-quatre heures.

Le sujet de la première observation, un adulte, a pris, en seize jours, 96 grammes de chloral, et sur ces seize jours il y avait eu quarante-huit heures d'interruption du médicament.

Le sujet de la deuxième observation, une enfant de cinq ans, a pris, en vingt-cinq jours, 30 grammes de chloral, tant en potions qu'en lavements.

De plus, le docteur Mascaro a cité cinq autres cas observés à Tunis, mais qui ne lui appartiennent pas, ce qui fait un total de sept, dont quatre de tétanos traumatique, tous traités par le chloral et ayant donné six guérisons.

Nous-même, nous avons publié dans la *Gazette médicale de Paris* l'histoire d'un cas de tétanos traumatique que nous avons traité avec

succès par le chloral. 72 grammes du médicament furent donnés en onze jours et la dose journalière fut, comme pour les cas observés par le docteur Mascaro, de 4 à 10 grammes par 24 heures.

Si le chloral est un remède efficace contre le tétanos confirmé, il doit être à plus forte raison un prophylactique contre cette même maladie lorsqu'elle n'est encore qu'à la période prodromique.

Le docteur Mascaro, que nous venons de citer, croit, pour plusieurs cas de blessures, avoir enrayé par le chloral des prodromes tétaniques (raideurs et tiraillements), qui commençaient à se faire sentir.

Nous croyons nous aussi avoir préservé du tétanos une jeune femme qui, à la suite d'un accouchement, fut prise d'un opisthotonos parfaitement caractérisé, avec insomnie, oppression et légères sensations de secousses. Le chloral, à la dose de 5 à 8 grammes par vingt-quatre heures, procura un sommeil presque permanent pendant lequel les contractures cessaient de se faire sentir, mais elles se reproduisaient dès qu'on se relâchait de la dose ou de la continuité du médicament. Ce traitement dut être continué pendant plusieurs jours pour éloigner toute chance de danger.

On a cru, dans ces derniers temps, pouvoir accroître l'efficacité du chloral en l'injectant dans les veines au lieu de l'introduire par les voies digestives. Cela peut être un procédé savant, mais ce ne sera jamais un procédé de pratique courante, et ce mode d'administration du chloral ne dépassera pas l'enceinte de quelques hôpitaux ou demeurera restreint aux mains de quelques chirurgiens qui auront su en faire une opération habituelle et familière.

Mais nous ne voulons pas nous arrêter plus longtemps à des généralités, le but de ce travail étant de signaler quelques cas particuliers dans lesquels le chloral nous a rendu des services que nous n'aurions pu obtenir d'aucun autre médicament.

Pendant l'épidémie de variole de 1870-1871, nous nous sommes servi du chloral dans quelques cas où la souffrance, l'agitation et l'insomnie étaient portées à un tel point qu'elles nous paraissaient devoir épuiser rapidement les forces des malades. Nous croyons devoir la vie de quelques-uns d'entre eux au calme bienfaisant et au sommeil réparateur qui leur était procuré par cet anesthésique. Pour quelques autres, dont la mort était inévitable, il y avait encore pour le médecin l'indication et le devoir d'apaiser, dans la mesure du possible, les souffrances des derniers moments.

Parmi nos observations, nous trouvons le cas de L., jeune femme couverte d'une éruption des plus confluentes, avec énorme gonflement de la tête, douleurs générales à l'intérieur et à l'extérieur, agitation, délire et insomnie que rien ne pouvait calmer. La digitale, la poudre

de Dower, l'opium lui-même, avaient été impuissants; la malade, épuisée par la souffrance, paraissait vouée à une mort prochaine. Nous fîmes prendre un soir le chloral dans le but d'apaiser les angoisses finales et avec bien peu d'espoir d'obtenir de l'amélioration. L'effet fut immédiat et complet : la malade dormit pendant la nuit; le lendemain matin nous la trouvâmes tout autre et à partir de ce moment la maladie marcha vers la guérison. Nous sommes intimement persuadé que cette femme, atteinte d'une des varioles les plus graves que nous ayons observées, a dû son salut à l'apaisement produit par le chloral.

G., homme de 40 à 45 ans, atteint d'une variole confluente des plus graves avec tuméfaction énorme, pustules réunies en larges phlicténes, gerçures profondes aux plis du tégument, délire, agitation, insomnie, etc. — Impuissance des narcotiques, efficacité du chloral, guérison.

C'est à ces deux seuls cas, hélas ! que se bornent les succès que nous avons dus au chloral dans le traitement de la variole. Dans six autres cas, dont deux de variole hémorrhagique, le chloral fut donné après l'emploi infructueux des narcotiques, et s'il ne sauva pas les malades, du moins apaisa-t-il les souffrances de leurs derniers moments.

Nous nous rappelons entre autre le malade R., qui, en proie à un délire furieux et se renfermant dans un mutisme absolu, ne cherchait qu'à frapper, déchirer ou mordre ceux qui lui donnaient des soins et refusait obstinément tout ce qu'on voulait lui faire prendre. Après avoir dormi sous l'inflnence du chloral, il déclara ne plus souffrir et demanda des aliments. Ce changement ne pouvait modifier le pronostic ; R. succomba vers le huitième jour, mais après avoir éprouvé un notable apaisement.

L'expérience que nous avons acquise en nous servant du chloral dans les varioles graves de l'épidémie de 1870-1871, nous engagerait à l'employer encore plus largement si nous nous trouvions de nouveau aux prises avec le même fléau, et nous croyons qu'il nous aiderait puissamment dans les cas périlleux à sauver une plus grande proportion de malades.

Dans des circonstances différentes, c'est encore contre l'agitation, l'insomnie et le délire porté jusqu'à la fureur, que nous nous sommes servi avec succès de ce médicament.

En 1872, nous fûmes appelé près de X., homme de 40 à 45 ans, atteint de fièvre depuis une huitaine de jours et traité par un médecin autre que nous. Cette fièvre avait débuté par un frisson violent qui en avait imposé à notre confrère pour le premier stade d'un accès de fièvre intermittente, et la quinine avait été ordonnée à haute dose. La fièvre continuant, malgré cette médication antipériodique largement administrée, notre confrère en conclut au caractère pernicieux de la maladie

et augmenta encore la proportion des doses de quinine. Cette augmentation fut suivie d'un accroissement du mouvement fébrile, auquel s'ajouta une surexcitation extraordinaire qui fut bientôt portée jusqu'à la fureur et qui parut nécessiter de nouveau un surcroît de quinine avec adjonction d'opium. De sorte que, pendant toute une semaine, le temps se passa en aggravation de la fièvre et en élévation successive de la dose de quinine. Appelé en consultation, nous convînmes avec notre confrère de renoncer à la quinine et à l'opium jusqu'à nouvel ordre et d'essayer du bromure de potassium à la dose de 8 grammes, dans le but de calmer ce malade qui ne dormait pas, qui se plaignait d'une violente céphalalgie, ainsi que de troubles de l'audition et de la vision. Le bromure de potassium fut inefficace, et le lendemain nous le remplaçâmes par le chloral à la dose de 5 à 6 grammes : sommeil profond, apaisement général. Cet état nous permet d'ausculter le malade, qui, dès le début, s'était plaint d'un point de côté, et nous constatâmes l'existence d'une pleuropneumonie à la région inférieure du poumon gauche. Dès lors nous eûmes l'explication du frisson initial et du mouvement fébrile. Cette pleuropneumonie traitée par le tartre stibié d'abord, puis par la digitale et les alcooliques, guérit parfaitement en cinq ou six jours.

Nous croyons avoir eu à faire dans ce cas à un délire quinique d'autant plus violent que les hautes doses de quinine, impuissantes contre un état pyrétique qui n'était ni de nature paludéenne, ni de forme périodique, ne pouvaient qu'exaspérer une maladie qu'elles n'étaient pas aptes à guérir.

Dans la première partie de ce travail, nous avons dit que le chloral nous avait servi à adoucir les dernières souffrances de nos varioleux qui étaient irrémédiablement condamnés. Ce médicament ne pourrait-il pas être employé dans le même but pour épargner à certains mourants les angoisses d'une longue et pénible agonie ? N'oublions pas que, lors même que le médecin ne peut plus rien pour la guérison, sa mission n'est pas finie, il doit encore et toujours chercher à soulager.

Or, le sommeil est pour tous nos maux le soulagement le plus efficace ; c'est grâce au sommeil, au sommeil anesthésique, que les plus cruelles opérations peuvent être exécutées sans que les patients en aient conscience : pourquoi ne chercherions-nous pas dans ce même sommeil le remède aux douleurs physiques et morales de la fin de l'existence ? Or, le sommeil que produit le chloral est l'équivalent du sommeil naturel ; il n'est ni comateux ni stertoreux comme celui qui est dû à l'opium et aux autres narcotiques ; il ne trouble ni la circulation ni la respiration, et il ne déprime point l'innervation ; il suspend seulement la conscience de ce qui est et de ce qui se passe. Cette sus-

pension de la conscience, cette substitution du rêve à la réalité ne serait-elle pas un bienfait pour les mourants ?

Nous nous sommes servi une fois du chloral sur une jeune fille phthisique, minée depuis quatre ou cinq ans par la maladie et arrivée au dénoûment fatal après avoir supporté cette longue lutte debout et sans s'aliter. Un jour, en se mettant à déjeuner, elle fut prise d'étouffements, d'oppression et de faiblesse ; elle ne put manger ; ses extrémités se refroidirent, son visage se cyanosa ; c'était la mort qui arrivait par asphyxie ; cet état s'aggrava pendant la journée et pendant la nuit suivante, qui fut sans sommeil. Toutes les tentatives faites pour ranimer cette vie qui s'éteignait furent sans résultat ; le soir on reconnaissait que la fin était proche, et la pauvre enfant, ne pouvant rester étendue, était assise dans son lit, demandant en vain qu'on la changeât de place et qu'on lui donnât de l'air.

La mère nous prit à part et nous supplia d'adoucir les derniers moments de sa fille et *de ne pas la laisser mourir étouffée.* Nous lui proposâmes le sommeil par le chloral, ce qui fut accepté, et, grâce à ce médicament, la pauvre enfant s'endormit d'un sommeil aussi tranquille qu'il pouvait l'être dans d'aussi pénibles conditions, et quatre ou cinq heures après elle expirait sans avoir conscience de son agonie et sans subir les angoisses des derniers moments.

On trouvera peut-être *extra-médical* cet emploi *in extremis* d'un médicament anesthésique. Nous croyons que le médecin est encore dans son rôle en le prescrivant même dans les derniers moments de l'existence, et pour le cas que nous venons de rapporter, nous avons la conscience d'avoir épargné à une mourante en pleine possession de son intelligence les appréhensions de la séparation dernière, et à ses infortunés parents le spectacle déchirant d'une mort par lente asphyxie.

Nous voulons ajouter à ce que nous venons de dire à propos du chloral une courte note sur deux cas très-différents qui n'en ont pas moins été traités avec un égal succès par un même remède : le bromure de potassium :

1° M., enfant de quatre mois, était depuis sa naissance sujet à des vomissements presque continuels et à une constipation opiniâtre à laquelle on ne remédiait qu'à l'aide de lavements et de suppositoires purgatifs. Les matières fécales étaient dures, décolorées et d'aspect argileux comme dans certaines maladies du foie. De plus, cet enfant ne dormait pas, criait continuellement, était maigre, flasque et ridé, et son visage, d'un teint terreux, semblait être celui d'un vieillard. Divers traitements avaient été essayés sans succès. Nous mîmes ce petit malade à l'usage du bromure de potassium à la dose de deux grammes par jour, et en quelques semaines les vomissements et la constipation cessèrent, le sommeil revint, la nourriture fut supportée et la santé se rétablit complétement. Il y a de cela quatre ou cinq ans et au-

jourd'hui cet enfant est un robuste petit garçon. C'est un des plus beaux résultats que nous ayons vu produire au bromure de potassium.

2° B., enfant de quatre à cinq ans, né et élevé à la Guyane française, avait éprouvé une dyssenterie des pays chauds à la suite de laquelle il lui était resté une diarrhée chronique, que les traitements les plus divers et les plus multipliés n'avaient pu guérir. En désespoir de cause, on avait conseillé à la mère de conduire son enfant en France et d'y habiter pendant quelques années. Une fois en France, les traitements contre la diarrhée recommencèrent avec autant d'insuccès qu'à Cayenne. Les astringents, les purgatifs, les vomitifs, le bismuth, furent tour à tour et successivement employés, laissés et repris. Le petit B. n'en demeurait pas moins affligé d'une diarrhée infecte dont les émanations étaient insupportables. Les matières fécales étaient colorées en vert foncé ou en noir et mêlées d'abondantes mucosités. Cet enfant était très-pâle, très-maigre et il ne mangeait que dans une proportion insuffisante. Vu l'insuccès de nos premières tentatives, nous avions renoncé à combattre cette maladie et nous nous bornions aux toniques et aux reconstituants, n'attendant la guérison que du temps.

Mais il arriva un jour que cet enfant eut des crises épileptiformes qui furent attribuées à la présence de vers et combattus par les vermifuges, qui n'y firent rien. Ayant été consulté à ce sujet, nous prescrivîmes le bromure de potassium à la dose de 3 à 4 grammes par jour. Les crises épileptiformes disparurent, mais le bromure de potassium produisit de plus un autre effet que nous n'avions pas eu en vue : il guérit la diarrhée, ramena l'appétit, et la santé générale se rétablit complétement. Ce médicament fut continué avec quelques intervalles de suspension pendant près d'une année. Cette guérison s'est maintenue et elle date de trois ans.

Cette guérison de deux états pathologiques si dissemblables par un même médicament, nous a paru un fait curieux et nous avons pensé qu'il pourrait présenter quelque intérêt à la Section des sciences médicales. Nous ne croyons pas que le bromure de potassium ait jamais été indiqué ni contre les flux intestinaux chroniques, ni contre la constipation. Il passe cependant pour avoir l'inconvénient de causer de la diarrhée chez les sujets qui en font usage, et nous l'avons vu, en effet, produire, au début, ce dérangement accidentel. Les observations que nous venons de mentionner sont donc tout simplement empiriques et nous n'avons pas la prétention de les interpréter dans un sens rationnel ; nous pensons cependant qu'elles peuvent être, pour le médicament dont il s'agit, le point de départ d'applications nouvelles.

CONCLUSIONS

1° Le chloral est le médicament qui, dans le traitement du tétanos, donne le plus de succès ;

2° Dans d'autres états pathologiques où la douleur, l'agitation et l'insomnie peuvent être, par eux-mêmes et indépendamment de la maladie, des causes de mort, le chloral peut encore sauver quelques sujets ou adoucir les derniers moments de ceux qu'il ne peut guérir ;

3° Les doses de ce médicament doivent être proportionnées à la résistance du mal et à la tolérance pathologique, et il ne faut pas craindre de les donner relativement très-élevées et de les continuer pendant

plusieurs jours et même plusieurs semaines pour obtenir d'abord des effets prompts et décisifs, et ensuite pour les maintenir;

4° Les propriétés thérapeutiques du bromure de potassium ne sont pas encore toutes connues et c'est un médicament à essayer dans un grand nombre de cas où les médications usuelles ont échoué.

DISCUSSION

M. Leudet présente quelques observations et insiste sur les précautions qu'exige l'administration d'une dose élevée de chloral.

M. Verneuil prend la parole pour dire que dans le tétanos il est nécessaire de donner le chloral à très-fortes doses et pendant longtemps, qu'il faut que la dose soit suffisante pour arriver à plonger le malade dans un état persistant de somnolence. M. Verneuil a donné rarement moins de 10 grammes et jusqu'à 16 grammes de chloral par jour à ses tétaniques. Il a le bonheur d'avoir eu six guérisons.

M. Bouteiller fait connaître la méthode employée, dit-il, par M. le docteur Surmé et par lui, méthode qui consiste à associer le chloral et l'opium. On évite ainsi les accidents du côté de l'estomac, et les effets obtenus sont meilleurs que ceux obtenus par la seule administration du chloral.

M. B. ABADIE

Vétérinaire du département de la Loire-Inférieure à Nantes.

DÉTERMINATION MÉTHODIQUE DU SIÉGE DE CERTAINES BOITERIES DE CHEVAUX, VULGAIREMENT ATTRIBUÉES, LE PLUS SOUVENT A TORT, A DES ÉCARTS, OU A DES ALLONGES

— Séance du 25 août 1875. —

I

Parmi les boiteries, très-fréquentes sur les chevaux, il en est dont les causes, le siége et la nature ont été et sont encore méconnus. *Ecart* et *allonge* sont deux expressions inventées par d'anciens hippiatres, et consacrées encore aujourd'hui, pour désigner les claudications dont le siége ne s'est manifesté aux sens du praticien par aucun signe tangible et certain.

L'*écart* serait une déchirure ou une distension des muscles ou ligaments qui fixent l'épaule contre le thorax, ou les abouts de l'articulation scapulo-humérale entre eux.

Allonge signifierait des lésions identiques, siégeant à la région supérieure des membres postérieurs, aux lombes, aux hanches, ou à l'articulation coxo-fémorale.

Qu'on ne croie pas en effet que le diagnostic de ces deux affections repose sur des symptômes évidents, sanctionnés à l'autopsie par des lésions particulières.

Au contraire, l'*écart* et l'*allonge* sont affirmés ou supposés, quand aucun signe ne semble indiquer qu'une région des membres, sans en excepter l'épaule ou la hanche, soit le siége d'une maladie : l'*écart* et l'*allonge* sont la négation de tout signe tangible aux sens de la vue et du toucher.

Ainsi soit donné un cheval boiteux, quand le sabot et les régions séparées du tronc auront été l'objet d'un examen scrupuleux par le praticien, celui-ci, s'il n'y a rien découvert, déclarera le cheval atteint d'*écart* ou d'*allonge*.

Il est juste de dire que cette manière de conclure a donné lieu, de la part des hommes les plus éminents, à des critiques judicieuses. Cependant, en présence de l'obscurité qui règne dans cette partie de la science vétérinaire, cette méthode est restée comme une nécessité imposée à tous les cliniciens.

Il n'est pas douteux que des efforts de locomotion ne doivent engendrer des écarts ou allonges réels; mais il est reconnu depuis longtemps, par les vétérinaires les plus distingués, que des boiteries attribuées à de pareils accidents, ne leur appartenaient cependant pas.

Telle est, par exemple, la maladie naviculaire, qui siége à la région digitée, ainsi que les autopsies l'ont démontré. Elle fut méconnue jusques il y a environ cinquante ans, et considérée et traitée jusqu'alors comme un *écart*. Les signes sur lesquels repose son diagnostic lui sont communs avec des boiteries qui ne doivent pas être confondues avec elle : aussi j'ai la conviction profonde que les cliniciens les plus éminents ont dû souvent affirmer le siége de boiteries sur l'os naviculaire, quand il existait ailleurs.

Voilà, en réalité, l'incertitude qui règne, en vétérinaire, sur le diagnostic du plus grand nombre des boiteries dont les chevaux sont si fréquemment atteints.

II

Eh bien! cette incertitude sera en grande partie, sinon complétement détruite, lorsque la méthode que je me propose de développer ici aura été comprise et vulgarisée.

Je reconnais les obstacles qu'un tel résultat doit rencontrer : ils sont inhérents à toute innovation. Le temps surtout finira par les aplanir. Mais je suis convaincu que rien ne saurait mieux devancer la sentence de ce grand justicier, qu'un bon accueil fait par l'Association à mon étude spéciale de cette question.

Le système repose sur cette donnée que dans certaines boiteries, il existe sur des points divers du membre malade, des foyers douloureux, circonscrits, rendus manifestes par une pression méthodique, et qui ne s'accompagnent, le plus souvent, d'aucun changement dans la forme, le volume et la température de la région qui en est le siége.

Il me faut donc :

1° Exposer la méthode d'exploration, à l'aide de laquelle il est possible de découvrir les foyers douloureux sur les surfaces qu'ils occupent le plus communément ;

2° Déterminer la signification qui doit leur être attribuée, ou l'influence qu'ils exercent dans la manifestation des boiteries avec lesquelles ils coïncident, en étudiant la manière dont celles-ci débutent et se comportent, ainsi que les altérations qui surviennent quelquefois dans les régions qui étaient le siége de ces foyers, ou dans d'autres qui en sont plus ou moins éloignées ;

3° Envisager le genre des maladies connues auquel il est possible de les rattacher ou au moins de les comparer, afin de pouvoir définir leur nature.

4° Rechercher les causes qui les produisent et le traitement à leur opposer.

III

En exerçant une pression, à l'aide de l'extrémité du pouce ou de celles de l'index et du médius, perpendiculairement à l'axe des rayons embrassés par la main, je suis parvenu à découvrir, sur des points circonscrits, dans les membres boiteux, des foyers douloureux n'occupant souvent qu'une étendue de un ou de deux centimètres carrés.

Aux membres antérieurs, ces foyers se traduisent, dans les muscles qui environnent l'articulation scapulo-humérale, sur lesquels les yeux doivent être fixés, par une contraction plus ou moins énergique, symptôme de la douleur éprouvée par le patient. Cette contraction varie d'intensité, suivant l'irritabilité du sujet et le degré de l'affection: il est des cas où l'animal retire le membre avec violence, se cabre et menace de se renverser.

Aux membres postérieurs, c'est par la contraction des muscles de la croupe que le malade manifeste la douleur provoquée.

Lorsqu'un foyer douloureux est constaté, on remarque qu'une égale pression exercée au voisinage de la surface sur laquelle il est circonscrit, ou sur le point exactement correspondant du membre opposé, ne produit aucune contraction. Ce contrôle est toujours nécessaire pour confirmer le diagnostic.

Il est des cas où une pression légère est moins bien supportée qu'une très-forte.

Plusieurs pressions rapidement répétées ont pour effet d'éteindre la douleur ; car alors elles deviennent indifférentes pour l'animal.

Pour que la pression obtienne un résultat distinct, les doigts doivent agir avec souplesse, leur force se concentrant sur l'extrémité de la dernière phalange. Il est nécessaire de posséder un *modus faciendi*, qui ne s'acquiert que par des exercices plus ou moins prolongés : sous ce rapport, chaque praticien doit faire sa propre éducation.

La difficulté, pour un commençant, de rendre manifeste la douleur, même là où un praticien expérimenté vient de la constater, est assurément le principal obstacle, qui retarde la vulgarisation de la méthode. C'est bien là aussi un des motifs pour lesquels elle rencontre des incrédules, surtout parmi ceux trop prompts à se décourager dès les premiers essais.

Quant à leur siége, les foyers douloureux ont été rencontrés : sur les membres antérieurs :

A la face externe de l'olécrâne, apophyse du cubitus, qui forme la base du coude ;

En dehors et en dedans de la face antérieure du radius, notamment vers le genou ;

Autour de la marge articulaire inférieure du genou, surtout intérieurement ;

A l'extrémité supérieure, côté externe de la face antérieure du métacarpien et sur le même point, vers le milieu de sa longueur ;

Sur le trajet des deux péronés, plus souvent vers le genou et en dehors ;

Sur la marge articulaire du boulet, principalement en avant, au sommet du premier phalangien, os qui forme la base du paturon ;

Sur tous les points de la surface de ce dernier ;

A la face antérieure, mais surtout postérieure du deuxième phalangien, au point où la peau s'infléchit pour aller se réunir avec les glômes de la fourchette. (Ce dernier foyer douloureux est caractéristique de la maladie naviculaire.)

Dans les membres postérieurs, les foyers douloureux ont été observés :

Au sommet de la hanche, vers l'extrémité et un peu en arrière de l'angle interne de l'ilium ;

Au point d'émergence du nerf sciatique, après le passage de ce tronc nerveux à travers le coxal ;

Vers le bord postérieur de l'ischium, un peu en avant de la pointe de la fesse ;

Au sommet du tibia, en dedans de la rotule ;

Sur les bords de la coulisse du ligament inférieur de cet os ;

Sur la face externe de l'extrémité supérieure de l'os principal du canon ;

Sur divers points de la surface du paturon.

En général, chacun de ces foyers douloureux est isolé et unique dans le membre boiteux.

Mais il se déplace quelquefois, en disparaissant dans un intervalle de deux ou trois jours, pour se fixer sur un autre point.

Cependant il est des boiteries dans lesquelles ces foyers sont multiples ; mais en ce cas, sur l'un d'eux, la douleur provoquée est plus intense.

Dans les boiteries d'une extrême gravité et survenues subitement, les foyers sont presque toujours multiples et d'une égale sensibilité.

Un *processus* inflammatoire, ou un foyer purulent dans le tissu sous-corné, s'accompagnent habituellement de foyers douloureux, notamment au coude ; ils disparaissent avec le mal de sabot.

IV

Les boiteries qui coïncident avec ces foyers douloureux, sans qu'il soit possible de constater une lésion quelconque dans le sabot ou sur toute autre région du membre, sont très-communes sur les chevaux de tout âge et de toute condition.

On les observe plus souvent aux membres antérieurs qu'aux postérieurs, ainsi que sur les chevaux soumis à des exercices aux allures rapides.

Elles débutent le plus souvent d'une manière graduelle, pour arriver plus ou moins rapidement à leur *summum* d'intensité.

Cependant il en est, même parmi les plus accentuées, qui se déclarent subitement, surtout au milieu de l'exercice, quelquefois pendant le repos.

Dans les cas les plus intenses, le cheval, en marchant, appuie à peine la pince du sabot sur le sol : il boite, comme on dit, à trois jambes, et ne pourrait trotter.

En général, la claudication est moindre et peut même n'être appréciable qu'à l'allure du trot.

L'exercice, même modéré, l'aggrave le plus ordinairement.

Il en est, surtout parmi les plus subites et les plus intenses, qui guérissent en peu de jours, sans jamais réapparaître.

D'autres sont plus rebelles, sujettes à rechute ou à récidive, ou tout à fait incurables.

Il n'est pas rare de voir, après une guérison de la durée de plusieurs mois, la claudication se montrer au membre opposé, en coïncidence avec des foyers douloureux, siégeant sur les points correspondants à ceux du premier membre boiteux.

Dans les boiteries incurables, dans celles d'une longue durée ou qui ont récidivé un grand nombre de fois, on observe les particularités suivantes :

Le cheval se couche souvent, se relève avec quelque difficulté. Pendant les premiers instants, il tremble sur les membres antérieurs, et semble éprouver de la douleur à redresser les genoux.

A la suite d'une station un peu prolongée, si on le fait appuyer à droite ou à gauche, il fait entendre, comme provenant des jointures ou des gaînes tendineuses, un bruit de craquement ou de crépitation, quelquefois très-prononcé.

Les allures sont profondément modifiées : le cheval marche comme sur des épines ; les sabots rasent le sol : on dit que les épaules sont chevillées. Souvent, au sortir de l'écurie, quand le pied porte à faux, sur un terrain inégal, les rayons du membre se fléchissent subitement ; l'animal trébuche et menace de tomber. Ce n'est qu'en s'échauffant, par la continuation de la marche, qu'il recouvre un peu de son ancienne souplesse.

Les surfaces où siégeaient les foyers douloureux, autour du genou, sur le canon et l'os du paturon, sont assez fréquemment envahies, à la longue, par des engorgements très-durs, qui procèdent certainement du périoste ou de l'os : il en est qui acquièrent un volume considérable et occasionnent une boiterie intense pendant qu'ils restent sous l'influence du processus inflammatoire ; mais aussitôt que celui-ci est éteint, la boiterie peut cesser, malgré la persistance de la tumeur, qui ne se résorbe jamais entièrement.

Dans le membre antérieur boiteux, le sillon qui existe entre les deux branches de la fourchette est le plus souvent le siége d'un suintement séro-purulent.

Quand la boiterie est ancienne, le sabot s'est rétréci, et semble s'être allongé : comparé à celui du côté opposé, il présente sous ce rapport des différences très-sensibles.

Une altération constante dans un membre anciennement boiteux, c'est l'atrophie, ou du moins l'émaciation des masses musculaires de l'épaule, du bras et de l'avant-bras, de la hanche et de la cuisse.

Un indice de l'ancienneté de la claudication se tire aussi de la comparaison des deux boulets : tandis que celui du membre atteint est sec et d'une netteté plus ou moins parfaite, celui du membre opposé présente souvent un engorgement empâté, diffus et indolent, résultant

d'infiltration, suite de fatigue, l'animal soulageant le côté malade pour surcharger le côté sain.

V

En général, les boiteries, même les plus graves, permettent de tirer encore quelque service des chevaux qui en sont atteints. On les perd de vue dans cette phase de leur carrière : c'est pour cela qu'il est difficile de pouvoir apprécier, par des autopsies, les altérations intimes dont chaque tissu peut être atteint.

Cependant je crois devoir rapporter ici l'examen minutieux que voulut bien faire M. le professeur T. Laënnec des membres boiteux de deux juments, qui, six mois auparavant, avaient été frappées de névrite du sciatique avec subite paraplégie. Le mal aigu avait été conjuré en huit ou dix jours ; mais la locomotion était restée très-pénible, par l'inaction des muscles de la cuisse.

Ces deux malades avaient subi un traitement prolongé par les frictions vésicantes, les lotions d'essence de térébenthine, les douches, les injections hypodermiques de chlorhydrate de morphine et de sulfate d'atropine, alternés, et la cautérisation ; elles avaient passé six mois dans le repos absolu ou placées dans la prairie.

Mises à mort par effusion de sang, l'examen par le microscope eut lieu cinq heures après.

Première jument.

« Le nerf sciatique gauche (membre boiteux) est très-aplati et ressemble plutôt à » une aponévrose qu'à un cordon nerveux; le tissu conjonctif est, en effet, bien » abondant, et le microscope démontre que les fibres nerveuses sont en grande partie granulées; à peine rencontre-t-on trois fibres saines sur dix, contre sept dégénérées. La plupart sont réduites à l'enveloppe névrilématique, remplie de fines » granulations graisseuses.

» Le nerf fémoral antérieur gauche présente une teinte rouge, inflammatoire, » dans plusieurs points de son trajet. Ses fibres sont également très-dégénérées, » très-granulées. La proportion du tissu conjonctif est ici plus considérable qu'à » l'état normal, mais infiniment moins grande que dans le sciatique sus-mentionné.

» L'on pourrait, je crois, dire que, dans le fémoral antérieur, la lésion est à l'état » aigu, tandis qu'elle est chronique dans le sciatique.

» Les nerfs sciatique et fémoral antérieur du côté droit, examinés comparativement, se présentent sous la forme de faisceaux plus arrondis; le sciatique surtout » n'est pas aplati, étalé en aponévrose, comme le nerf correspondant du côté gauche. Les fibres sont ici très-belles, très-normales, et sur toutes, la moelle nerveuse, plus ou moins régulièrement coagulée, est apparente ; sur aucune on ne » peut remarquer la dégénérescence granuleuse. Sur beaucoup de ces fibres, sans » aucun artifice de préparation, je puis facilement faire voir aux élèves qui m'assistent dans mes recherches le cylindre-axe.

» Les cartilages de toutes les articulations du membre postérieur gauche sont altérées. A l'œil nu il était déjà évident que partout la substance cartilagineuse » était raréfiée, et que, sur quelques points, il existait des ulcérations taillées à » pic.

» Examinés au microscope, ces cartilages présentent les caractères morphologiques de la chondrite : au lieu des grandes capsules, plus ou moins éloignées les

» unes des autres, telles qu'on les rencontre dans les cartilages diartrodiaux, on n'a-
» perçoit que de petites cellules rondes, embryonnaires, très-abondantes; surtout
» au voisinage des ulcérations. Dans certains points la substance fondamentale est
» devenue fibroïde. Tous les cartilages examinés ont présenté les mêmes transfor-
» mations dans toutes les articulations du membre gauche, tandis que, du côté
» droit, ils étaient dans l'état normal.

» Un muscle? Le trifémoro-rotulien, examiné au microscope, a présenté des
» fibres dégénérées, granulées, en voie de régression graisseuse. A l'œil nu il
» était très-pâle, et la dégénérescence graisseuse avait été annoncée lors de l'au-
» topsie. »

Deuxième jument.

« Le nerf sciatique gauche est très-aplati et fibreux. A l'examen histologique on
» rencontre une très-grande quantité de tissu conjonctif. Les fibres nerveuses elles-
» mêmes ne sont pas dégénérées, pas granulées; leur moelle nerveuse est norma-
» lement coagulée; le cylindre-axe facile à voir sur plusieurs. La gaîne externe des
» fibres nerveuses, le névrilemme, est visiblement épaissie : hyperplasie du tissu
» conjonctif dans le nerf, épaississement considérable de la gaîne des fibres ner-
» veuses, telle est la lésion du nerf sciatique gauche.

» Le fémoral antérieur est sain ; ses fibres sont normales.

» Les deux nerfs correspondants du côté opposé, examinés par comparaison, ne
» laissent apercevoir aucune lésion. Le nerf sciatique droit, loin d'être aplati, se
» présente sous la forme d'un cordon plus ou moins arrondi.

» Toute la dernière partie de la moelle épinière, coupée à environ cinq centimè-
» tres en avant du renflement lombaire, a été enlevée. Cette moelle paraît molle. A
» deux centimètres en arrière des fibres d'émergence du plexus sciatique, sur la
» partie inférieure, on remarque un ramollissement très-prononcé. L'examen mi-
» croscopique est demeuré incomplet.

» Les muscles de la région antérieure de la cuisse étaient fortement dégénérés,
» graisseux ; ils étaient manifestement atrophiés avant l'autopsie, sur l'animal vi-
» vant. L'examen microscopique n'a pas été fait.

» Les cartilages de toutes les articulations du membre postérieur gauche sont
» amincis ; plusieurs présentent des ulcérations semblables à celles qui existaient
» sur le premier sujet. Il n'y a pas eu d'analyse histologique.

» Le membre postérieur gauche présentait de nombreuses hydropisies enkystées
» dans diverses gaînes tendineuses. La paroi d'une de ces gaînes n'offrait pas moins
» de trois centimètres d'épaisseur. Cet épaississement tenait à une prolifération
» énorme, et déjà ancienne, du tissu conjonctif, qui était là comme stratifié en cou-
» ches successivement superposées.

» Les reins étaient malades. Les deux ovaires renfermaient chacun sept à huit
» kystes dont le volume variait de la grosseur d'une petite noisette à une noix. Le
» contenu de ces kystes, jaune orange, présentait de nombreux globules san-
» guins.

» Nantes, le 21 avril 1870.

» *Signé :* Th. LAENNEC. »

Sans prétendre qu'il y ait identité parfaite entre ces deux cas de boiterie et ceux auxquels j'ai fait allusion, et qui siégeaient plus particulièrement aux membres antérieurs, on ne peut nier cependant qu'il n'existe une très-grande analogie entre ces diverses boiteries par la similitude du phénomène douleur et de l'atrophie des masses musculaires.

Il n'est donc pas impossible de supposer que de semblables lésions doivent exister aux membres antérieurs frappés de boiteries anciennes.

VI

Quelle peut être l'entité morbide à laquelle il soit logique de rattacher les signes que j'ai énumérés ?

Dès les premiers temps où je découvris ces foyers douloureux, je présumai qu'ils pouvaient provenir de périostite. Ce qui m'avait porté à une telle supposition, c'est que ces foyers s'observaient surtout sur les régions non recouvertes de muscles, là où la peau reposait presque immédiatement sur la surface de l'os. En outre, leur lieu d'élection devenait souvent le siége d'une tumeur osseuse, surtout quand le mal ne pouvait être conjuré dès le début.

Mais bientôt j'eus occasion de faire examiner des cas de boiterie, par M. le professeur Malherbe. Ce fut une bonne fortune pour moi, car après une étude rapide de deux sujets, il me déclara, avec la netteté qui lui est particulière, que les signes constatés appartenaient à la névralgie.

Cependant, quelques objections que je lui présentai, l'amenèrent à une modification de cette opinion absolue. Voici comment il s'exprima dans une note qu'il voulut bien me remettre :

« Si la névralgie, en modifiant la circulation de la partie malade,
» peut en modifier parallèlement les fonctions et même en altérer la
» nutrition, ne peut-on pas aussi renverser la question et dire que
» dans certains cas la névralgie n'est plus le fond et le point de départ
» de la maladie, mais que la douleur est la conséquence d'un trouble
» de nutrition qui, insaisissable au premier abord, doit aboutir plus
» tard à une maladie organique? Un passage de Greves, que vous avez
» cité, suffirait pour démontrer qu'il en peut être ainsi.

» Je conclurais donc que, parmi les boiteries du cheval, les unes
» sont dues à des névralgies, et l'élévation de la température et l'en-
» gorgement devraient, dans beaucoup de cas, être regardés comme
» les effets du trouble de l'innervation ; d'autres, au contraire, seraient
» dues réellement à des périostites n'offrant au début d'autre symptôme
» que la douleur.

» Il faudrait encore entrer dans la considération des diverses causes
» de névralgie et se demander si la nature de celles-ci n'influe pas sur
» le mode de terminaison de l'affection. Les formes rhumatismales, si
» sujettes aux déplacements et aux transformations, conduiraient-elles
» plus que d'autres à la périostite, suivie du développement de tumeurs
» osseuses? Il ne me semble pas irrationnel de le supposer. »

Ce serait perdre un temps précieux que de reproduire ici les caractères des névralgies, dont quelques-uns ont été particulièrement

définis par Valleix, et ceux de la périostite, qui ont surtout été révélés par sir Philippe Crampton. Les membres qui m'écoutent les connaissent mieux que moi ; de sorte que, pour le but que je me propose, il me suffit en ce moment de signaler que les affections qui font l'objet de mon étude doivent être rapportées à la névralgie ou à la périostite. Du reste, je me préoccupe moins d'élucider le point de savoir à quelle entité morbide peuvent être rattachées certaines boiteries des chevaux, que d'affirmer les caractères de leur siége, tels que je les ai découverts, afin d'éveiller avec une insistance nouvelle l'attention de mes confrères, dont la plupart, je le crains bien, n'ont accordé qu'un mince crédit à mes affirmations.

VII

C'est pour le même motif que je me bornerai à énoncer que la nature de ces affections semble devoir être rapportée au rhumatisme. L'intensité de la douleur, sans apparence de lésion des tissus, les déplacements, les récidives, leur coïncidence simultanée ou successive avec le cornage, des coliques, que je suppose le plus souvent être des viscéralgies, autres boiteries de la respiration et de la digestion, la prédisposition héréditaire constatée très-fréquemment, voilà bien des conditions qui autorisent à penser ainsi ; je n'insisterai pas davantage, craignant d'abuser de votre attention.

VIII

Quelles peuvent être les causes de ces boiteries ? On sait à quels exercices pénibles est assujetti le cheval, le plus noble des serviteurs de l'homme. Aussi n'est-il pas un auteur qui n'ait fait jouer aux efforts de locomotion un rôle à peu près exclusif pour expliquer ces accidents.

Je suis convaincu que cette manière d'envisager les choses procédait d'une erreur ; mais je conviens qu'il faudrait une autorité autrement puissante que la mienne pour faire abandonner des principes que certains hommes ont défendus pendant toute leur vie. Il est bien entendu que je ne fais allusion ici qu'aux effets immédiats des efforts de locomotion, qui devraient produire des lésions dans les tissus, variant depuis leur simple tiraillement jusqu'à leur rupture complète. Par le fait, il n'est pas un praticien qui n'ait eu occasion de constater de pareils accidents, lesquels se manifestaient aux sens par des signes tangibles et incontestables. Mais je m'élève contre la généralisation d'une telle influence, pour expliquer des boiteries dont la cause était inconnue.

Cependant je pense que la fonction locomotrice, surtout quand elle est exagérée et longuement prolongée, doit avoir une large part dans la production des boiteries ; en effet, on constate qu'elles sont plus fréquentes sur les chevaux soumis aux allures vives, avec efforts puissants, pour franchir par le saut des obstacles semés sur le parcours. De plus, on les observe surtout aux membres antérieurs ; or, ceux-ci sont destinés à supporter, dans la station, une plus grande proportion du poids de l'animal que les postérieurs ; dans les allures allongées, ils reçoivent le choc de ce poids à chaque foulée, et ce choc est d'autant plus intense que la vitesse est plus grande ou que la projection de la masse dans le saut a été plus énergique. Chez l'homme, les névralgies des membres abdominaux sont aussi plus fréquentes que sur les pectoraux ; de plus, la névralgie des écrivains, le rhumatisme des jardiniers trouvent leur explication dans l'exagération de l'activité fonctionnelle des régions où ils siégent. Ainsi donc, pas de doute, l'exercice exagéré doit avoir une part très-large dans la production des boiteries, surtout sur des animaux engraissés, dans le repos, et dont l'épuisement des forces arrive très-promptement, jusqu'à ce qu'une gymnastique rationnelle les ait mis en haleine.

En outre de cette cause, il en est une autre dont il y a lieu de tenir le plus grand compte ; la voici : l'exercice auquel les chevaux sont soumis provoque une sudation souvent considérable qui les couvre d'écume. Or, ils sont quelquefois arrêtés dans cet état, soit sous une pluie froide, soit exposés à l'action d'un courant d'air.

Ces causes de névropathie agissent-elles directement sur le point où le foyer douloureux est reconnu, en y produisant une altération qui n'a encore pu être appréciée ? Ou bien cette douleur ne serait-elle que l'expression d'une altération plus ou moins éloignée et généralisée, laquelle, par une action réflexe, serait projetée là où on la constate ? Ce sont des questions plus faciles à poser qu'à résoudre. Pourquoi, par exemple, les cas de boiterie dont il est question se remarquent-ils trois fois plus souvent à gauche qu'à droite ? Ce caractère leur est commun avec un identique observé dans les névralgies de l'homme, et dont Henle a imaginé une explication.

Une dernière considération, que je ne dois pas négliger pour l'étiologie encore si obscure des boiteries, c'est la disposition héréditaire, que j'ai pu suivre jusqu'à la troisième génération.

Je citerai particulièrement une poulinière, qui n'a jamais travaillé et qui n'a jamais été dressée : elle est fréquemment boiteuse ; sa mère l'était à un degré très-prononcé, et la plupart de ses enfants, mis en service, ont présenté des exemples de boiterie bien caractérisés.

On conçoit qu'il soit très-difficile, dans l'état actuel de la science, de

déterminer la part qui revient à chacun de ces facteurs, pour expliquer les cas particuliers de boiterie pour lesquels on est consulté. Mais je suis tout disposé à croire que les praticiens, et surtout les professeurs, trouveraient dans cet ordre d'idées une mine précieuse à exploiter.

IX

J'ai employé contre ces affections : les douches, quelquefois précédées d'une saignée locale, suivies de lotions d'essence de térébenthine et de l'application de compresses d'eau froide ; le parcours en liberté sur la prairie ; les injections hypodermiques de sulfate d'atropine ou de chlorhydrate de morphine ; les vésicatoires et le feu.

Des boiteries d'un membre antérieur ou postérieur, d'une grande intensité, et qui étaient survenues subitement, ont toujours promptement cédé à une saignée à la céphalique ou à la saphène, suivie de douches, de lotions légères d'essence de térébenthine et de compresses d'eau froide. Ce moyen est moins efficace, quand il s'agit d'une boiterie moins intense, et dont le début avait été en quelque sorte insidieux.

Les injections de sulfate d'atropine ou de chlorhydrate de morphine, les premières à la dose de trois à cinq centigrammes, les secondes à celle de vingt-cinq à trente, m'ont quelquefois très-bien réussi. En général, j'ai trouvé que le sulfate d'atropine devait être préféré. Toujours elles ont été pratiquées sur le foyer douloureux même.

Les vésicatoires avec l'onguent résolutif fondant de Lebas, ou avec la pommade de bi-iodure de mercure, du dixième au huitième, m'ont procuré d'excellents résultats pour éteindre des foyers douloureux, quand ils siégeaient aux régions supérieures des membres, surtout au coude et à la rotule. J'ai été assez fréquemment dans l'obligation d'en renouveler l'application, de quinze en quinze jours, toujours circonscrite à quelques centimètres au delà du foyer.

Mais le moyen le plus sûr et le plus héroïque consiste à recourir à la cautérisation *loco dolenti*. Le mode que j'ai adopté est celui qui est dit feu en pointes pénétrantes, tel que Leblanc père l'imagina il y a plus de trente ans. Les pointes fines ont un diamètre de deux millimètres et demi tout au plus. Leblanc se bornait à perforer la peau et à atteindre le tissu conjonctif sous-cutané. Mais j'ai été amené, par l'expérience, à aller plus profondément, et à pénétrer même dans les poches synoviales, non-seulement tendineuses, mais encore articulaires, provoquant la sortie de la synovie, pendant les douze ou vingt-quatre heures qui suivaient l'opération, sans que cela ait jamais eu le moindre inconvénient.

Cette cautérisation a une efficacité plus grande que celle par les anciens procédés, dans tous les cas où ces derniers sont recommandés. Elle a en outre l'avantage de ne laisser que des traces légères ou imperceptibles. Je l'emploie exclusivement dans tous les cas où il y a indication d'appliquer le feu.

Je me borne à introduire le cautère une seule fois, sur chaque point, rarement deux et surtout trois ; ce qui démontre que la vertu de la cautérisation ne dépend pas seulement de la dose de calorique introduite.

Le parcours des boiteux sur la prairie, en pleine liberté, est le meilleur adjuvant des moyens thérapeutiques ci-dessus. Quelquefois il a pu, à lui tout seul, triompher de quelques claudications assez intenses.

Dans les cas rebelles, je me suis souvent bien trouvé de l'emploi successif de ces divers moyens ; après les vésicatoires, surtout, les injections hypodermiques semblent mieux agir.

X

Je termine en annonçant que j'ai réuni, à la porte de la salle de nos séances, quatre animaux atteints de boiteries. A l'issue de notre réunion, j'aurai l'honneur d'indiquer les foyers douloureux aux personnes que cette question peut intéresser.

Voici l'exposé de cet examen :

1° Jument âgée, de carrosse, boiteuse du membre antérieur droit, avec émaciation des muscles sus et surtout sous-acromiens. Le mal paraît ancien, et le pronostic est très-fâcheux. Le bord antérieur de l'olécrâne, comprimé par le pouce, les autres doigts engagés sur sa face interne, et servant de point d'appui, est le siége d'une douleur très-vive, manifestée par un soubresaut spasmodique des muscles scapulaires. Toute pression exercée sur les autres points de cette partie osseuse, ou sur l'olécrâne opposé, est supportée par l'animal avec une entière indifférence.

Le lendemain de cette visite, le feu fut appliqué *loco dolenti,* et la bête fut abandonnée sur la prairie, pendant un mois, après lequel elle put être mise en service, ne boitant plus, contre mes prévisions, mais conservant une gêne dans le membre.

2° Jument, 4 ans, de trait léger, boiteuse du membre antérieur droit, depuis plus de vingt jours, sans que le membre présente aucune altération. Le côté interne du sommet du paturon ; sur le trajet de la branche postérieure du nerf latéral, présente une surface douloureuse, d'un centimètre de large et de deux en longueur. Autour de ce foyer et sur le point exactement correspondant du paturon opposé, toute pression ne provoque aucune sensibilité.

Le feu y fut appliqué le lendemain. Dix jours après, la boiterie avait complétement disparu. Depuis, la bête fait un service journalier, fatigant et sur le pavé.

3° Jument, 6 ans, de carrosse, boiteuse du membre postérieur droit, depuis 40 jours. Elle avait été conservée, sans traitement, durant ce délai, en vue de la réunion de l'Association. Un an auparavant, cette jument avait été boiteuse du membre postérieur gauche, par une douleur sur la face antérieure et vers l'extrémité inférieure du premier phalangien. Le feu avait triomphé du mal en quinze jours ; et pendant un an, la bête avait fait un excellent service. En ce moment elle présente au sommet du paturon, un peu du côté externe de sa face antérieure, une surface douloureuse,

ne dépassant guère le diamètre d'un centimètre carré. La douleur provoquée, même par une pression très-légère, détermine une contraction vive des muscles rotuliens. L'examen comparatif des autres points et du paturon opposé, ne donne qu'un résultat négatif.

Le feu fut appliqué sur cette surface circonscrite, et renouvelé huit jours après, le cautère s'implantant sur les anciens points ; huit jours plus tard, quinze après la première application, la boiterie avait complétement cessé ; la jument reprenait son service, qu'elle n'a pas discontinué depuis, ayant toute son ancienne souplesse.

4° Jument, 7 ans, de petite taille, employée à la voiture. Cette jument est boiteuse depuis plusieurs mois. Elle a été très-souvent plusieurs jours sans boiter. Tantôt cette infirmité était fort légère, tantôt au contraire très-intense. Au moment de l'examen, elle est très-sensible et son siége est au membre antérieur gauche. Sur le côté externe du canon, un peu en arrière de l'extrémité supérieure du péroné, existe une surface, plus longue que large, très-douloureuse à la pression, tandis que celle-ci, exercée autour ou sur le canon opposé, ne provoque aucune douleur.

Le feu y fut également appliqué, et quinze jours plus tard, le mal ne s'étant pas amendé, une nouvelle application eut lieu. Puis la jument fut renvoyée à son propriétaire, qui demeure à quinze lieues de Nantes. Six semaines plus tard, celui-ci m'annonça que sa bête boitait toujours ; je l'engageai à faire, sur la surface cautérisée, une friction avec la pommade de bi-iodure de mercure ; et depuis, je n'ai pas eu d'autres nouvelles de ma malade.

XI

De ce qui précède, je suis porté à conclure :

1° Que parmi les boiteries des chevaux, il en est un grand nombre dont la cause véritable avait été méconnue jusqu'au moment où ce que j'appellerai ma bonne fortune me permit de découvrir, dans le membre boiteux, des foyers douloureux, très-circonscrits, et perceptibles à l'aide d'une pression méthodique ;

2° Ces boiteries doivent être considérées comme résultant de névralgies ou de périostite ;

3° La nature des uns et des autres me semble devoir être rapportée à l'entité rhumatismale ;

4° Malgré l'efficacité bien constatée de certains moyens thérapeutiques, dans la plupart des circonstances, il est des cas qui résistent à tous les traitements, et doivent, au moins encore, être considérés comme incurables.

M. LE Dr LAPEYRE

Médecin suppléant des hôpitaux, professeur à l'école des Sciences, officier d'Académie.

RELATION D'UNE ÉPIDÉMIE DE FIÈVRE TYPHOÏDE OBSERVÉE AU MOIS D'AVRIL ET AU MOIS DE MAI 1875, SUR LES MILITAIRES DE LA GARNISON DE NANTES

— Séance du 25 août 1875. —

Quoique la fièvre typhoïde soit très-commune à Nantes, il n'y avait dans la ville, au printemps dernier, qu'un très-petit nombre de malades

atteints de cette affection, dont on ne comptait également qu'un ou deux cas dans les salles de l'hôpital civil. C'est au milieu d'un état sanitaire aussi satisfaisant qu'une épidémie très-grave de fièvre typhoïde a éclaté tout à coup sur les militaires de la garnison (1).

L'effectif, au 1er avril, comprenait environ 2,600 hommes, comme il suit :

64e régiment de ligne.....	636 hommes
137e régiment de ligne.....	569
11e escadron du train des équipages militaires.....	430
35e régiment d'artillerie.....	967
Total.....	2602 hommes.

Il faut ajouter à ce chiffre un petit nombre d'ouvriers d'administration et de gendarmes.

Sur les 636 hommes du 61e régiment de ligne, il y avait 410 jeunes soldats de la 2e portion du contingent de la Loire-Inférieure, arrivés au corps le 15 janvier 1875 ; l'artillerie et le train des équipages militaires avaient également reçu, mais en moindre proportion, un certain nombre de ces jeunes soldats ayant seulement six mois de service à faire.

Tous ces militaires étaient logés dans les différentes casernes de la ville, c'est-à-dire à la Visitation, au Château, à la Mitrie et sur la route de Rennes.

La caserne de la Visitation contenait à elle seule près de 1,600 hommes appartenant aux divers corps.

Ainsi le 64e régiment de ligne y était logé en entier, soit	636 hommes.
Le 137e de ligne également, soit.....	569
Le 11e escadron du train y figurait pour 213 hommes, soit.....	213
Et le 35e régiment d'artillerie pour 166 hommes, soit.	166
Total.....	1584 hommes.

En outre, la caserne de la Visitation contenait un petit nombre d'ouvriers d'administration.

Cette caserne nous intéresse particulièrement, car elle a été le foyer de l'épidémie que nous avons observée.

Située au nord-est de la ville, à l'entrée d'un quartier populeux, elle se compose de trois grands bâtiments à plusieurs étages, avec

(1) Je dois en partie les renseignements qui suivent à l'obligeance de MM. de Kervenoaël, sous-intendant militaire, Guérard et Poirée, médecins majors au 137e et au 64e régiment de ligne.

combles, placés à la suite les uns des autres et distingués par les lettres A, B, C.

Le premier bâtiment, A, est formé de trois ailes dont deux seulement servent d'habitation ; il est occupé par le 64e régiment de ligne.

Le 2e bâtiment, B, situé entre les deux autres bâtiments, et très-anciennement construit, est composé de quatre ailes qui circonscrivent une cour intérieure médiocrement spacieuse. Sa disposition est telle que les chambres des soldats n'ont, pour la plupart, de fenêtres que sur une seule façade, de sorte que la ventilation y est très-insuffisante. Ce bâtiment est occupé par une portion du 64e régiment de ligne et par un petit nombre d'artilleurs et de soldats du train des équipages militaires, et de soldats du 137e régiment de ligne. Disons-le tout de suite, c'est ce bâtiment B, considéré de tout temps avec raison comme le plus insalubre, qui a été le principal foyer de l'épidémie.

Le bâtiment C, placé à la suite des précédents, est de construction plus récente ; il n'a pas de cour intérieure, et il est disposé de manière que la plupart des chambres des soldats ont des fenêtres placées sur deux faces opposées, de sorte que l'aération s'établit facilement.

Il est occupé par le 137e régiment de ligne.

La cour principale de la caserne est vaste ; les eaux ménagères n'y séjournent point ; les lieux d'aisance sont éloignés des bâtiments et souvent désinfectés ; malheureusement les hommes prennent trop souvent la liberté de faire des ordures dans les coins des bâtiments, particulièrement dans le bâtiment B.

Les militaires malades, après un séjour plus ou moins prolongé à l'infirmerie régimentaire, sont envoyés à l'Hôtel-Dieu, où deux salles de 36 lits sont réservées pour le service médical ; une salle, également de 36 lits, est destinée au service chirurgical.

Au 1er avril, je me trouvais appelé à diriger le service médical dans les salles militaires, pour suppléer M. le Dr Malherbe, médecin en chef, qui est en même temps professeur de clinique interne à l'école de médecine.

A ce moment, il y avait dans les salles militaires trois convalescents de fièvre typhoïde qui devaient partir en congé quelques jours après ; le service comptait encore, indépendamment des affections ordinaires, un nombre relativement considérable de rougeoles et de fièvres scarlatines, ces deux maladies ayant régné d'abord épidémiquement dans la ville quelques mois auparavant, et s'étant transmises ensuite aux militaires, comme cela arrive le plus ordinairement.

Les premiers malades atteints par la fièvre typhoïde entrent le 6 avril ; le 21 avril, leur nombre s'élève à 24 ; et nous comptons 9 décès dans ce court espace de temps.

A partir de cette époque, les entrées deviennent moins fréquentes, et surtout les cas observés sont moins graves ; le dernier malade atteint par l'épidémie arrive le 27 mai.

Le nombre total des entrées a été de 51 ; celui des décès de 18.

La décroissance rapide de l'épidémie, tant pour le nombre que pour la gravité des cas observés, tient certainement en partie aux mesures énergiques prises par l'autorité militaire. Je reviendrai plus tard sur ce point ; mais auparavant, tout en étant aussi bref que possible, je dois dire quelques mots de l'ensemble des faits qui se sont présentés à mon observation.

Les différents corps de la garnison ayant été très-diversement éprouvés, il ne sera pas inutile de dresser un tableau succinct des pertes qu'ils ont subies.

Le 64e régiment de ligne, composé de 636 hommes, dont 410 jeunes soldats de la 2e portion du contingent de la Loire-Inférieure, était casernè à la Visitation, dans les bâtiments A et B.

Ce régiment a fourni 27 malades, tous jeunes soldats de 21 à 22 ans, très-récemment arrivés au corps (le 15 janvier 1875). La plupart de ces malades provenaient du bâtiment B. 14 ont succombé, et toutes ces malheureuses victimes, moins deux, sortaient du bâtiment B.

Le 137e régiment de ligne, composé de 569 hommes, ne contenait pas de jeunes soldats de la 2e portion du contingent. Il occupait le bâtiment C en entier ; 47 hommes seulement logeaient dans le bâtiment B.

Ce régiment a fourni 9 malades, dont un seul a succombé. La plupart des cas observés ont été peu intenses et même légers.

Le 35e régiment d'artillerie était composé de 967 hommes, logés pour la plupart au Château et à la Mitrie ; sur ce nombre, 166 étaient casernés à la Visitation.

Ce régiment qui présentait un effectif plus fort que les autres n'a fourni cependant que six cas de fièvre typhoïde, sur lesquels deux seulement ont présenté une grande intensité. Il n'y a eu à déplorer aucun décès.

Le 11e escadron du train des équipages militaires comptait 430 hommes, dont 213 étaient logés à la Visitation, dans le bâtiment B. Le reste était caserné sur la route de Rennes. Il y avait dans cet escadron un certain nombre de jeunes soldats de la deuxième portion du contingent.

Cet escadron a fourni huit malades, sur lesquels nous avons eu trois décès à déplorer. Les trois malades qui ont succombé provenaient encore du bâtiment B. Parmi ceux qui ont guéri, plusieurs ont été atteints par l'épidémie d'une manière très-intense.

Enfin, un gendarme, entré à l'hôpital pour une affection hémorrhoïdale sans gravité, y a contracté une fièvre typhoïde légère.

On peut voir par le relevé qui précède, que nous avons observé dans l'épidémie actuelle 51 cas de fièvre typhoïde. Sur ce nombre, il y a eu 18 décès ainsi répartis : 14 pour le 64e régiment de ligne, 3 pour le 11e escadron du train des équipages militaires, et un seul pour le 137e régiment de ligne.

Le tableau qui suit résume très-exactement ce que nous venons de dire :

Numéros des régiments.	Effectif.	Nombre des malades.	Nombre des décès
64e de ligne.....	636 hommes	27	14
137e de ligne..... .	569 —	9	1
35e d'artillerie	967 —	6	0
11e escadron du train	430 —	8	3
Gendarmerie.....	? —	1	0
	2,602	51	18

Il ne sera pas inutile de jeter maintenant un coup d'œil d'ensemble sur les malades que nous avons observés, pour faire ressortir, s'il est possible, la physionomie générale de l'épidémie considérée dans ses symptômes et dans sa marche.

C'est après avoir éprouvé pendant plusieurs jours une céphalalgie violente, et avoir eu de fréquentes épistaxis, que les malades arrivaient à l'hôpital, la plupart dans un état de faiblesse extrême, incapables de marcher.

Dès la première visite, le diagnostic était, pour la plupart, facile à établir : pouls battant 110 à 130 fois par minute, température très-élevée, stupeur, prostration profonde, langue et gencives couvertes d'un enduit épais, anorexie complète, ventre ballonné, présentant des taches rosées nombreuses, gargouillement dans la fosse iliaque, diarrhée, tels étaient les symptômes observés ordinairement. Beaucoup avaient, dès le début, des râles sibilants dans la poitrine ; quelques-uns arrivaient avec du délire, délire parfois violent, d'où ils sortaient cependant pour répondre à nos questions. Ce délire, chez plusieurs, a continué jusqu'à la mort, qui est arrivée au bout de quelques jours. Dans le cas où prédominait la forme adynamique, nous avons vu les épistaxis se reproduire plusieurs fois, la langue devenir fuligineuse, la prostration s'accuser de plus en plus, l'engouement pulmonaire passer à l'hépatisation et même à la suppuration, et la mort arriver lentement, mais sûrement, pour ainsi dire.

Beaucoup de nos malades ont succombé à des complications pulmonaires ; aucun n'a présenté de perforation intestinale, ni d'érysipèle de la face, autres complications pourtant assez fréquentes de la fièvre typhoïde.

Un seul de nos malades a eu des hémorrhagies intestinales, et a guéri ; un seul également a présenté des escarres au sacrum.

Nous avons vu chez un de nos malades la scarlatine et la fièvre typhoïde coexister en même temps et suivre leur marche simultanément. Le malade a succombé et a présenté les lésions caractéristiques de la fièvre typhoïde.

Je serai bref sur la question du traitement. Divers moyens ont été employés ; aucun ne l'a été d'une manière systématique. Disons, d'ailleurs, que beaucoup des victimes de l'épidémie ont été frappées d'une manière si intense et, pour ainsi dire, si irrémédiable, que toute thérapeutique devait être impuissante.

Les principales médications employées ont été, suivant les indications :

Les purgatifs salins, répétés plusieurs fois durant le cours de la maladie ;

Les sédatifs et les calmants, tels que l'aconit, la digitale, l'opium et, à l'occasion, le musc et le camphre ;

Les toniques sous toutes les formes, vins de Bordeaux, de Malaga, de quinquina, cognac, potion au macéré de quinquina ;

Les antiputrides, l'acide phénique en particulier ;

Les révulsifs cutanés, les ventouses sèches, les ligatures des membres inférieurs avec des tubes en caoutchouc, les lotions froides, tous ces moyens ont trouvé occasionnellement leur application.

Au premier rang se plaçaient naturellement les moyens hygiéniques : aération bien entendue des salles, propreté extrême, changement fréquent des linges de lit et de corps, emploi large et méthodique des désinfectants, tout cela était l'objet de soins minutieux de la part de la sœur du service, et je dois dire ici que M. Bouriau, mon interne, et M. Lahaye, mon externe, ont déployé le zèle le plus dévoué et le plus intelligent dans ces pénibles circonstances.

Le nombre des décès a été considérable, surtout pendant la première période de l'épidémie ; pour les malades entrés les premiers, le séjour à l'hôpital a été très-court : un malade a succombé au bout de trois jours ; celui des décédés qui est resté le plus longtemps à l'hôpital est mort après 23 jours ; la moyenne du traitement pour ceux qui ont succombé a été de onze jours.

Toutes les autopsies que nous avons faites nous ont montré les lésions caractéristiques de la fièvre typhoïde à divers degrés de développement, depuis l'hypérémie de la muqueuse de l'intestin et l'hypertrophie des follicules jusqu'à l'ulcération des plaques de Peyer et la tuméfaction des ganglions mésentériques. Des lésions des autres organes, et en particulier des poumons, se sont présentées plusieurs fois comme complications accidentelles.

Telle a été la redoutable épidémie dont je viens d'essayer de retracer l'histoire. Il est facile d'en dégager quelques faits principaux. L'épidémie a pris naissance et s'est développée à la caserne de la Visitation, dans le bâtiment central B ; c'est de là que sont sortis les malades les premiers et les plus gravement atteints, ceux qui ont fourni presque tous les décès.

Ce sont les jeunes soldats de la deuxième portion du contingent, arrivés au corps depuis peu de temps qui ont été les premières et les plus nombreuses victimes de l'épidémie. Sur les 18 malades qui ont succombé, 17 étaient âgés de 20 à 22 ans ; parmi les anciens soldats, un seul a succombé.

Si le 64e régiment de ligne a été plus éprouvé que tous les autres corps, c'est qu'il était logé dans le bâtiment le plus insalubre, et qu'il comptait dans ses rangs un plus grand nombre de jeunes soldats de la deuxième portion du contingent. Le 11e escadron du train des équipages militaires, qui se trouvait dans des conditions analogues, a, pour les mêmes raisons, fourni plus de victimes que le 137e régiment de ligne et le 35e régiment d'artillerie.

Aucun cas de fièvre typhoïde ne s'est manifesté parmi les officiers qui demeurent en ville.

L'épidémie a éclaté subitement et avec violence. Elle a sévi pendant quelque temps avec une grande intensité, puis elle a décrû peu à peu, et s'est éteinte assez rapidement.

Nous l'avons vue très-meurtrière dès le commencement ; les entrées à l'hôpital se succédaient de jour en jour, et un tiers des malades succombait en un espace de temps très-court.

Ces faits émurent avec raison l'autorité militaire, et, dès le 18 avril, M. le sous-intendant Galles demandait un rapport, que M. le docteur Malherbe, médecin en chef, et moi, nons eûmes l'honneur de lui adresser immédiatement.

Pour nous, l'épidémie s'expliquait parfaitement, par suite de l'agglomération, dans la caserne insalubre de la Visitation, d'un grand nombre d'hommes, parmi lesquels beaucoup étaient de jeunes soldats nouvellement arrivés au corps, non encore acclimatés par conséquent, et pour qui le changement d'habitudes, de régime, les fatigues du service, la nostalgie, ordinaire aux Bretons, étaient une prédisposition puissante à contracter la fièvre typhoïde.

Nous demandions que les conditions du casernement fussent améliorées, que des mesures propres à assurer la salubrité des locaux fussent prises, que les soldats malades fussent envoyés de bonne heure à l'hôpital, l'expérience de tous les temps ayant démontré que ce sont ceux qui entrent tardivement qui fournissent le plus fort contingent à la mortalité.

J'ai dit déjà que, dès le début, des mesures avaient été prises pour assurer la salubrité des salles de l'hôpital par une ventilation bien entendue, l'emploi large et méthodique des désinfectants, le changement fréquent des linges de lit et de corps.

Enfin, pour éviter l'encombrement dans les salles 2 et 3, deux nouvelles salles (4 et 5) étaient ouvertes aux militaires à la fin du mois d'avril; la dissémination des malades avait été conseillée par nous de préférence à l'isolement dans un local spécial. En effet, si la réunion, dans un même lieu, des malades atteints de fièvre typhoïde peut prévenir quelques cas de contagion, par contre, elle crée un foyer d'infection fatal à ceux qui s'y trouvent rassemblés, elle exerce sur eux un effet moral funeste, et elle est d'ailleurs dans la pratique d'une application souvent difficile à cause de l'incertitude du diagnostic au début de la maladie.

Au reste, dans l'épidémie actuelle, un seul malade a contracté la fièvre typhoïde dans la salle; c'est l'unique exemple de contagion bien avérée que nous ayons observé à l'hôpital.

Je suis heureux de dire ici que l'autorité militaire, écoutant nos avis et ceux des médecins de la garnison, prit immédiatement des mesures pour arrêter le mal, la caserne de la Visitation fut en partie évacuée; des détachements furent dirigés sur d'autres garnisons, et parmi ceux qui restaient à la Visitation, une partie, au lieu de coucher dans les chambres, fut établie sous des tentes, dans la cour de la caserne.

Ces mesures furent suivies de succès; à partir du 30 avril, les entrées furent de moins en moins nombreuses et surtout les cas observés étaient moins intenses; parmi les malades entrés après le 30 avril nous n'avons eu que deux décès, tandis que ceux qui étaient entrés à la période antérieure ont fourni seize décès.

L'épidémie s'est donc montrée bien moins meurtrière à partir du 30 avril; elle a été alors en décroissant pour le nombre comme pour la gravité, et elle s'est éteinte peu à peu; le dernier malade, entré le 27 mai, est sorti guéri le 17 juillet, et depuis cette époque jusqu'à la fin du mois d'août, il ne s'est pas manifesté de nouveaux cas de fièvre typhoïde dans la garnison.

Mais il n'en reste pas moins ce fait déplorable, c'est que dix-huit jeunes gens, appartenant la plupart à notre département, ont perdu la vie dans l'épidémie actuelle, et si l'on n'y prend garde, de semblables malheurs pourront se renouveler chaque année, à l'arrivée des nouveaux contingents, par suite de l'insuffisance absolue des casernes de notre ville, depuis l'application de la dernière loi sur le recrutement de l'armée.

M. LE Dr E. MASSE

Agrégé et chef des travaux anatomiques de la Faculté de Médecine de Montpellier.

DE LA RÉUNION IMMÉDIATE APRÈS L'OPÉRATION DE LA HERNIE ÉTRANGLÉE

— Séance du 26 août 1875. —

Le traitement des plaies consécutives à l'opération de la hernie étranglée a subi différentes fluctuations.

Tantôt la réunion immédiate a été pratiquée d'une manière absolue et exclusive, tantôt au contraire, effrayés par des accidents qu'ils attribuaient à ce mode de réunion, les chirurgiens ont eu recours à la méthode opposée. L'une et l'autre de ces deux méthodes ont eu leurs succès et leurs revers.

L'étude attentive des observations soit en faveur, soit à la charge de l'un de ces deux traitements, peut servir à en établir les indications et les contre-indications.

Je veux chercher, à l'aide des faits, à réhabiliter la réunion immédiate comme moyen de pansement des plaies après l'opération de la hernie étranglée. Cette méthode, dès l'abord, trop systématiquement employée me paraît aujourd'hui trop systématiquement délaissée.

En 1865, M. Gosselin, dans ses leçons sur les hernies abdominales, après avoir préconisé consécutivement à l'opération de la hernie le pansement à plat sans réunion, disait : « Assurément je serais disposé à changer d'avis si les partisans de la suture apportaient assez de faits probants en faveur de la réunion. »

Les faits cliniques que demande M. Gosselin, pour juger de la valeur de la réunion immédiate et de son utilité dans certains cas, nous sont fournis en foule par l'histoire de la chirurgie, mais, bien que nombreux, ils ne sauraient faire complétement abandonner la méthode opposée qui a aussi ses indications.

La réunion immédiate après l'opération de la hernie est employée par un grand nombre de chirurgiens depuis près de trois siècles. On ne saurait nier les nombreux succès obtenus, comme on ne saurait cacher un certain nombre de revers.

Les chirurgiens qui ont suivi la méthode opposée sont loin d'avoir été constamment heureux.

En présence des succès réels obtenus par l'un ou l'autre traitement, on peut chercher à savoir s'il n'y a pas dans les diverses conditions dans lesquelles se sont trouvés les malades des circonstances favora-

bles, à l'emploi de l'une ou de l'autre méthode. La plaie pouvant guérir par ces deux moyens, il doit y avoir des indications différentes pour chacun d'eux.

L'éloignement systématique de certains chirurgiens pour la réunion immédiate, me paraît tenir aux nombreux inconvénients de cette méthode dans le milieu où ils opèrent. Dans les grandes villes, rien de plus fréquent que les suppurations prolongées et abondantes après les opérations. Les complications les plus graves des plaies y sont très-fréquentes, on y voit très-souvent l'infection purulente, la phlébite, la lymphangite, la pourriture d'hôpital et l'érysipèle. Le germe de toutes ces maladies existe probablement à l'état permanent dans l'atmosphère viciée des grandes agglomérations, dans les grandes villes et leurs grands hôpitaux.

Dans certaines conditions défavorables, rien de plus rare que le succès d'une réunion immédiate, et dès lors les inconvénients de cette méthode sont bien plus grands que ses avantages.

Si la cause de la réunion immédiate a été si vivement défendue en province et principalement à Montpellier, par Delpech et par Serres, et plus récemment par M. Bouisson et M. Courty, et dans un précédent congrès à Lyon, par M. Jacquemet, c'est que la réunion des plaies se fait dans des conditions bien plus favorables en province qu'à Paris. Il y a dans la question de l'opportunité de la réunion immédiate ou de la réunion par seconde intention, une condition de milieu.

D'autres circonstances ont encore de l'influence sur la réunion et la cicatrisation des plaies. Nul doute que les climats et les saisons n'aient une certaine influence. Il faut encore tenir grand compte des conditions individuelles de tempérament et de résistance vitale des différents sujets.

Si de cette question générale nous arrivons à discuter l'opportunité de la réunion après la hernie étranglée, nous verrons qu'il existe des indications dans la nature et le volume de la hernie, dans l'ancienneté de l'étranglement les tentatives plus ou moins répétées de taxis. Les conditions spéciales dans lesquelles se trouve la hernie que l'on vient d'opérer, doivent servir à calculer par avance les chances plus ou moins grandes d'inflammation du sac, et par conséquent l'utilité d'une réunion par première intention.

En analysant avec soin les succès publiés par l'une et l'autre méthode, on peut arriver à fixer les règles qui doivent servir pour l'emploi de l'un ou de l'autre traitement. Beaucoup de chirurgiens considèrent aujourd'hui la suppuration du sac comme un phénomène inévitable après l'opération, la réunion immédiate leur paraît devoir forcément produire la péritonite par la fusée du pus dans le péritoine.

L'histoire des nombreux succès obtenus après la réunion immédiate prouve tout au moins que cette méthode est loin d'être toujours nuisible. J'espère au contraire prouver qu'elle est très-souvent utile.

L'intervention chirurgicale dans l'étranglement herniaire date de Franco, qui fit le premier, vers le milieu du seizième siècle, le débridement de l'anneau. Franco rapprochait les bords de la plaie et les contenait par quelques points de suture. Ambroise Paré, vers 1575, Rousset, en 1580, Pigray, Thevenin, vers la même époque, réunissaient par la suture, après l'opération de la hernie étranglée.

Cette méthode fut exclusivement suivie jusque vers la fin du XVII• siècle. A cette époque, les chirurgiens abandonnèrent la réunion immédiate, le traitement opposé devint en vogue; il fallait alors à tout prix éviter l'occlusion de la plaie, provoquer la suppuration et n'arriver à la guérison que par la formation lente d'une cicatrice, après le bourgeonnement du sac et de son collet. On se servait d'une tente que l'on portait à travers l'anneau jusqu'à ce qu'elle débordât dans la cavité du bas ventre, on ôtait cette mèche quand la suppuration était bien établie pour lui en substituer une autre moins grosse et moins longue, et on ne supprimait la mèche que quand la plaie était devenue trop étroite pour l'introduire; on espérait ainsi s'opposer mieux aux récidives, obtenir la cure radicale de la hernie, et faciliter l'écoulement des liquides qui pouvaient se produire, soit dans le trajet herniaire, soit dans le sac.

Au commencement du XVIII[e] siècle, J.-L. Petit proposa de supprimer la mèche après l'opération de la hernie; il reconnut que sa présence fatiguait les parties; elle était inutile, disait-il, car il ne s'écoulait aucune humeur du ventre, et les intestins réduits n'avaient aucune tendance à sortir ; il recouvrait la plaie d'une pelotte de lingé ou de charpie, il exerçait sur elle un peu de compression pendant les premiers jours.

La plupart des chirurgiens, sous l'influence de J.-L. Petit, délaissèrent bientôt l'introduction de la mèche, eurent recours à la pelotte, mirent la plaie à l'abri de l'air et firent une espèce de pansement par occlusion avec une compression susceptible de faire adhérer les parois opposées de la séreuse au niveau du sac et de son collet.

Toutefois une réaction survint, en 1745, Mertrud, membre du collége de chirurgie de Paris, professait dans ses démonstrations au jardin des plantes, que la plaie qui résulte de l'opération de la hernie peut être regardée comme une plaie simple, et qu'elle ne demande que la réunion. Si on en rapproche les bords sans y introduire ni tente, ni pelotte, ni bourdonnet, le malade, dit-il, sera guéri en sept ou huit jours au lieu de six semaines ou deux mois, et quelquefois plus, que l'on emploie

ordinairement, et par là on évitera toutes les douleurs qui causent de si longs et de si fâcheux pansements. Mertrud obtint un grand nombre de succès par cette méthode de traitement, qu'il suivait exclusivement dans sa pratique.

Plusieurs chirurgiens contemporains de Mertrud suivirent son exemple. Leblanc, Morand, adoptèrent cette méthode dans leur pratique, et Hoin ne manquait jamais de l'employer. Sabatier, le savant auteur de la médecine opératoire en 1796, après avoir longuement exposé les différentes méthodes de pansement, se décidait dans son ouvrage pour la réunion après l'opération de la hernie étranglée. Il est certain, dit-il, que la plaie qui résulte de l'opération de la hernie peut, en quelque sorte, être considérée comme une solution de continuité faite aux parties saines ; il n'y a rien de mieux à faire, dit-il, que d'en rapprocher les bords.

Au commencement du XIXe siècle, les opinions furent partagées ; quelques chirurgiens maintinrent les traditions de Dionis, de J.-L. Petit; d'autres suivirent l'exemple de Franco et Mertrud. Nous pourrions citer parmi les partisans de la suture Astley Cooper, Serre, Vidal de Cassis, Nélaton, Malgaigne. Parmi les partisans de la réunion secondaire, et à leur tête, se trouvent Boyer, Sedillot, Guérin, Chassaignac, Richard.

Les partisans de la réunion immédiate, bien que d'accord sur le but à obtenir, ont varié sur le choix des moyens.

Quelques-uns ont cherché à obtenir la réunion par des points de suture comprenant à la fois la peau et la séreuse; d'autres ont substitué à la suture simple une double suture : l'une profonde et enchevillée, l'autre superficielle et en surjet.

Quelques chirurgiens ne comprennent que la peau dans la suture, d'autres évitent même toute suture dans les lèvres de la plaie, tout en cherchant la réunion immédiate. On peut arriver quelquefois au même résultat en rapprochant les bords de la plaie avec des serres fines, avec des agglutinatifs ou même avec des pinces caustiques.

Tous les chirurgiens ne recherchent pas d'emblée une réunion immédiate, quelques-uns ont recours à une méthode mixte, ils réunissent la plus grande partie de la plaie pour éviter le contact irritant de l'air et pour prévenir l'inflammation, obtenir la réunion, mais en cas d'insuccès de suppuration profonde, ils laissent un point non réuni dans la partie la plus déclive de l'incision; on a même conseillé de faire en ce point un drainage préventif, en y plaçant un tube de caoutchouc.

La crainte des suppurations profondes du sac, des exhalations péritonéales que quelques chirurgiens regardent comme inévitables, a fait complétement proscrire, par un certain nombre d'opérateurs, non-seu-

lement la suture, mais même le rapprochement des lèvres de la plaie. Ces chirurgiens ont toutefois conseillé le pansement ouaté pour éviter le contact de l'air, et une certaine compression, soit avec une pelotte, soit avec de la charpie.

Enfin une dernière école, et qui paraît avoir aujourd'hui peu d'adhérents, est celle des chirurgiens qui recherchent la suppuration du sac, qui la provoquent par des bourdonnets de charpie ou bien par une mèche, pour obtenir la formation de tissu inodulaire. Sous le prétexte ou le désir d'une cure radicale, ces chirurgiens exposent leurs malades à la péritonite et à la mort.

Je crois que l'on peut tout d'abord établir en principe que chercher la cure radicale de la hernie au détriment des chances de conservation de la vie, n'est pas d'une saine pratique chirurgicale. Il s'agit de sauver le malade d'un péril imminent et non de lui supprimer pour toujours une infirmité.

On aura d'autant moins de peine à laisser de côté cette préoccupation, qu'il est loin d'être prouvé que la suppuration met à l'abri de la récidive. Delpech lui-même soumettait à l'usage d'un bandage les malades qui avaient été traités par son procédé. Il ne vaut réellement pas la peine de s'exposer à un danger plus considérable pour obtenir une cicatrice si peu solide qu'elle ne puisse se passer du secours incessant d'un bandage compressif.

Il reste donc deux méthodes principales en présence, la réunion immédiate avec ses différents procédés, et la réunion par seconde intention.

Les chirurgiens qui craignent les exhalations péritonéales, l'inflammation, la suppuration du sac, enfin la rétention de liquides nuisibles ou leur refoulement vers le péritoine, laissent une issue facile aux liquides. Les partisans de la réunion immédiate ferment au contraire avec beaucoup de soin la plaie pour éviter le contact irritant de l'air; ils préviennent ainsi l'inflammation et la suppuration, ou la bornent dans de si faibles limites, qu'elle ne peut être nuisible.

Il est plus que prouvé que dans certains cas, l'on peut obtenir des réunions très-rapides, que l'exhalation péritonéale peut manquer complétement, que la plaie peut se cicatriser et que les parois opposées des séreuses peuvent après la réduction de la hernie s'unir sans suppuration. Dans d'autres cas traités par la réunion par seconde intention, on a vu des suppurations abondantes du sac, des exhalations péritonéales trouver un écoulement facile entre les lèvres de la plaie, et plus tard cesser et disparaître sans péritonite. Il est donc bien certain que ces deux méthodes ont leurs indications. Sagement appliquées, elles peuvent l'une et l'autre être utiles.

La plupart des auteurs ont été exclusifs dans le procédé de pansement employé après la herniotomie. Je crois au contraire que l'on doit se laisser guider dans le choix de la méthode à suivre par les conditions spéciales où se trouvent les malades.

La méthode devra donc varier suivant les cas, il faut chercher à établir avec soin les conditions spéciales qui réclament la réunion immédiate, et distinguer les cas qui ne sauraient être traités avec succès que par la réunion secondaire.

L'opération de la herniotomie avec ouverture du sac et débridement, crée une plaie qui se trouve dans des conditions analogues aux plaies pénétrantes de l'abdomen. L'étranglement auquel on porte remède par l'opération n'entraîne pas forcément l'inflammation des parties étranglées; l'intestin hernié et le sac qui l'accompagne peuvent être relativement sains.

Les phénomènes de l'étranglement sont surtout des phénomènes réflexes dus aux compressions douloureuses des *plexus* nerveux des parties étranglées. La lésion locale peut être inappréciable, les phénomènes vasculaires nuls, et pourtant les troubles généraux peuvent être des plus graves. L'intestin réduit n'a que fort peu de tendance à s'enflammer dans la cavité abdominale, s'il a été réduit sans avoir été préalablement fortement contus ou trop fortement et trop longtemps serré. Quand l'intestin réduit est sain, la cavité abdominale exactement réunie ne donne ordinairement lieu à aucune exhalation péritonéale. Lorsque de pareilles exhalations ont lieu, elles sont le résultat de l'inflammation de la séreuse, soit sur l'intestin, soit sur le sac. Le sac placé à l'abri de l'air, et dont la cavité est effacée par l'adossement des séreuses, est dans les meilleures conditions pour échapper à l'inflammation. Les exhalations séreuses ou la suppuration n'auront pas lieu si le sac n'est pas déjà enflammé au moment de l'opération.

Personne n'ignore avec quelle facilité s'unissent les séreuses qui sont saines et dont les parois sont adossées. Une douce et légère compression sur le sac et au niveau de son collet, peut en effacer la cavité par adhésion des parois opposées. La plaie du débridement sera dans les conditions d'une plaie sous-cutanée, et les phénomènes de cicatrisation pourront se faire comme dans ce genre de plaie.

Quand donc on aura réduit un intestin sain, la réduction n'aura le plus souvent aucune conséquence fâcheuse.

Les exhalations péritonéales n'ayant aucune tendance à se produire, il ne sera nullement nécessaire de préparer une voie d'écoulement au dehors; on pourra donc sans inconvénient réunir par première intention.

Dans l'opération de la herniotomie, la peau a dû être incisée et

disséquée au devant de la tumeur herniaire. Est-on fondé à espérer la réunion immédiate quand on réunit après l'opération ? De nombreuses observations ont démontré de la façon la plus authentique des guérisons assez rapides avec réunion absolument complète de la peau et du sac herniaire.

On ne réussit pas toujours complétement dans les tentatives de réunion, et, quand on enlève les points de suture du quatrième au cinquième jour, il peut y avoir des points où la cicatrisation ne s'est pas faite, mais grâce au rapprochement des lèvres de la plaie qui a maintenu la séreuse quatre ou cinq jours à l'abri du contact de l'air, l'adhésion s'est faite entre les parois du sac et au niveau de son collet, et désormais la cicatrisation de la peau peut se compléter sans encombre et par seconde intention. La plaie ne présente plus le danger des plaies pénétrantes, elle pourra se cicatriser par seconde intention comme une plaie ordinaire et sans présenter les dangers inhérents aux plaies communiquant avec le péritoine.

Une réunion immédiate qui ne réussit pas complétement à la peau peut donc encore rendre de très-grands services au malade, si elle permet d'obtenir l'oblitération de la cavité du sac et de son collet par adhésion.

On a reproché à la réunion immédiate d'exposer le malade aux fusées purulentes vers le péritoine, de faire refluer vers cette même cavité les liquides contenus dans le sac, de s'opposer à l'écoulement des exhalations péritonéales. On évitera ces dangers en ne pratiquant la réunion immédiate que dans les cas simples, dans ceux où l'intestin réduit et le sac paraissent sains. La réunion dans ces cas se fait sans la moindre exhalation séreuse ou purulente. Le plus grand danger serait la pénétration de l'air par une réunion incomplète, on courrait le risque de voir dans ce cas se développer de l'inflammation et de la suppuration. La réunion est ici un traitement préventif de l'inflammation.

Il peut se faire, malgré les conditions en apparence les plus favorables, qu'il survienne des complications inflammatoires inattendues. En pareil cas, on peut reconnaître ces complications et prévenir les inconvénients de la réunion en enlevant en partie ou en totalité les points de suture.

Le début d'une inflammation s'annoncera par de la douleur du côté de la plaie, de la chaleur, quelques battements dans les lèvres de l'incision, de l'insomnie, un peu de fièvre. Ces symptômes seront le plus souvent suffisants pour avertir le chirurgien d'une complication inflammatoire et lui donner le temps de faire céder la réunion.

Devra-t-on, en prévision de cet accident, ne jamais faire de réunion absolument complète et laisser une voie toujours ouverte à l'écoule-

ment de la sérosité ? Je crois qu'en agissant ainsi dans les cas simples on provoquerait, pour ainsi dire, l'accident que l'on redoute : la porte qu'on laisse ouverte pour l'écoulement de la suppuration est celle par où s'introduit l'irritation qui la produit.

Etant admis en principe qu'il est bon, dans certaines conditions, d'obtenir la réunion immédiate, et que ce procédé met les malades dans de bonnes conditions de guérison, il faut aborder la question pratique qui consiste dans l'étude des meilleurs moyens destinés à favoriser la réunion.

On peut obtenir la réunion immédiate à l'aide des sutures. Je rejetterai la suture du sac, car elle ne me paraît pas nécessaire pour l'adhésion. Les points de suture, n'étant pas nécessaires, ne peuvent être que nuisibles, puisque dans certains cas ils peuvent être le point de départ d'irritations qui peuvent se propager à toute la séreuse du sac et au péritoine.

La réunion de la peau par des points de suture me paraît, au contraire, un des moyens les plus efficaces pour assurer la bonne coaptation des bords de la plaie, pour la mettre aussi exactement que possible à l'abri du contact de l'air.

Quelques chirurgiens, craignant pour la peau l'irritation des points de sutures, ont proposé les agglutinatifs, la suture sèche et le collodion. Avec ces moyens, il est bien rare que l'affrontement soit exact et que les agglutinatifs ne se décollent pas; l'avantage apparent qu'offrent les agglutinatifs se trouve compensé par la sûreté de la réunion avec la suture. Il est toutefois utile d'user des agglutinatifs, de la baudruche gommée ou du sparadrap, pour mettre la ligne de réunion complétement à l'abri de l'air.

On doit non-seulement s'occuper d'unir bord à bord les lèvres de la plaie, mais encore on doit chercher à obtenir l'adhésion de la face profonde des lambeaux cutanés. Une légère compression peut mettre la face profonde de la peau dans les meilleures conditions pour la réunion.

La même compression, agissant d'une façon médiate sur le sac, en effacera la cavité en mettant en contact les faces opposées de la séreuse. La compression mettra la séreuse dans des conditions favorables à la réunion ; elle s'opposera à une nouvelle hernie par l'orifice herniaire, momentanément affaibli.

On comprime doucement au niveau de la hernie opérée avec de la charpie et de la ouate ; le pansement compressif devient en même temps un pansement par occlusion ; on maintient la ouate ou la charpie par un spica de flanelle méthodiquement appliqué.

On se trouvera bien, pour modérer la douleur au début du pansement,

d'appliquer de temps en temps et médiatement par dessus le bandage une vessie pleine de glace, en ayant soin de ne pas en prolonger l'application. On aura soin de la retirer dès que la douleur et la sensation de chaleur cesseront dans la plaie ; on la replacera dès que le malade se plaindra, pour l'enlever de nouveau dès que cela ne sera plus nécessaire. On préviendra ainsi, au début, les mouvements fluxionnaires qui pourraient conduire à l'inflammation.

Si aucune douleur vive ne se manifeste, le pansement ne devra pas être touché avant le quatrième jour, les points de suture seront enlevés, et si la réunion n'est pas complète on continuera à panser à plat. La réunion immédiate ne sera, dans quelques cas, qu'un mode spécial de pansement par occlusion, qui permettra, dans certains cas, en l'absence d'inflammation de la séreuse, d'obtenir plus facilement l'adhésion des parois opposées du sac, l'oblitération de son collet, dans des conditions favorables. Le quatrième ou le cinquième jour, quand on enlève les points de suture, ce résultat est ordinairement presque obtenu ; les points de suture enlevés, si la plaie n'est pas réunie, la cicatrisation peut se faire sans danger par seconde intention.

Nous n'avons étudié, jusqu'à présent, que les cas les plus simples, ceux dans lesquels on réduit un intestin, ou de l'épiploon sain, celui où la peau n'est pas dans des conditions défavorables. Si l'intestin mis à découvert, au lieu d'être sain, est menacé de gangrène ou de perforation, le traitement ne sera pas le même, la réduction d'une anse intestinale ainsi compromise exposerait sûrement le malade à la perforation intestinale dans l'abdomen et à la péritonite.

D'autres fois, l'anse intestinale, après s'être enflammée dans le sac, y aura contracté des adhérences qu'il faudra rompre pour les réduire.

La rupture de ces adhérences porte à la fois une irritation et sur l'intestin et sur le sac qui le renferme ; elle expose le malade à une inflammation de l'intestin et du sac lui-même. De pareilles circonstances sont peu favorables à la réunion par première intention, elles placent le malade dans les conditions les plus favorables à la péritonite. Dans ce cas, l'adhésion des parois opposées de la séreuse dans le sac a donc très-peu de chances de se faire sans un certain degré d'exhalation séreuse et même de suppuration.

Enfin, on trouve quelquefois dans le sac un intestin rougeâtre en apparence, enflammé ; la séreuse du sac est injectée. Le sac renferme une sérosité tantôt d'un jaune citron, tantôt colorée en jaune foncé et rougeâtre ; ce liquide peut, dans certains cas, renfermer du pus, tantôt des fausses membranes et des flocons albumineux. L'examen microscopique décèle dans ce liquide la présence d'un très-grand nombre de bactéries. C'est M. Verneuil qui a signalé pour la première fois ce fait

dans un cas où de la sérosité fut extraite du sac d'une hernie étranglée à l'aide d'un aspirateur de M. Dieulafoy. La présence de liquides dans le sac indique que la séreuse est en voie d'inflammation et qu'elle ne saurait se réunir par première intention.

Si l'on rapproche les lèvres de la plaie et que l'on cherche à rapprocher les deux parois de la séreuse, la suppuration et l'exsudation de sérosité continueront à se faire. Le liquide ne trouvant pas un libre écoulement au dehors, il est à craindre qu'il ne soit refoulé au dedans du côté du péritoine.

Lorsque donc, outre l'étranglement, il y a des traces d'inflammation indiquée par l'exsudation de sérosité, la rougeur de la séreuse du sac, de l'intestin lui-même, la réunion doit être évitée et c'est au pansement à plat que l'on doit avoir recours.

Quoi qu'en ait dit Vidal de Cassis, la présence d'une partie non réduite dans le sac et surtout de l'épiploon, contre-indique la réunion ; l'épiploon suppure, se détruit, et les produits de destruction, d'inflammation de cet organe doivent trouver un libre écoulement au dehors.

Non-seulement le chirurgien doit se préoccuper de l'état de l'intestin et du sac, mais encore de l'état de la peau et des tissus sous-cutanés. Les manœuvres répétées et énergiques de taxis qui contusionnent la peau, compromettent fortement la vitalité de cet organe. Il n'est pas rare de la voir d'un rouge noirâtre, quelquefois un peu œdématiée ; elle paraît être décollée des parties sous-jacentes par les froissements répétés auxquels elle a été soumise. Dans ces conditions, la réunion immédiate sera difficile, quelquefois même impossible ; il ne sera pas rare d'observer après la réunion une inflammation vive avec empâtement des lambeaux, chaleur et douleur vers la plaie, tendance à une inflammation phlegmoneuse ; la peau qui a été fortement contusionnée se prête mal aux phénomènes de cicatrisation et de réunion. On devra donc panser la plaie à plat et la mettre aussi complétement que possible à l'abri de l'air sous un pansement ouaté.

Quand les contre-indications à la réunion tiennent seulement aux contusions qui ont porté sur la peau et que le sac et l'intestin sont en bon état au moment de l'opération, on peut espérer la réunion rapide de la séreuse par une légère compression au niveau du sac et de son collet ; la peau se réunit plus tard par seconde intention et sans suture.

Les conditions diverses dans lesquelles peuvent se trouver les différentes parties qui constituent la hernie après l'opération peuvent donc modifier les phénomènes de la cicatrisation et de la réunion. Il en résulte des indications assez précises pour la réunion immédiate et pour la réunion par seconde intention.

Il est des cas où la réunion immédiate est le meilleur moyen de prévenir la péritonite, les inflammations du sac et des lèvres de la plaie. Quelquefois, il est même dangereux de chercher la réunion immédiate. Dans certaines circonstances, on doit laisser libre l'ouverture cutanée pour que les produits, soit d'exhalation, soit de suppuration des séreuses puissent être rejetés au dehors sans refluer vers le péritoine, où leur contact causerait les plus grands ravages.

M. Verneuil considère avec raison les liquides qui s'exhalent du sac, que ce soit du pus ou de la sérosité, comme éminemment phlogogènes et susceptibles de déterminer une péritonite, s'ils viennent à toucher la séreuse abdominale. Il est donc urgent, dans les cas où l'on craint l'inflammation du sac, de ne pas faire la réunion immédiate.

Les cas les plus favorables pour obtenir la réunion immédiate, ou tout au moins pour la tenter, sont : les hernies dont l'étranglement est récent et qui n'ont subi que fort peu le taxis, les hernies peu volumineuses, celles qui ne contiennent que de l'intestin ou bien une petite quantité d'épiploon qui a pu être facilement réduit, celles dont le sac ne contient pas de sérosité.

Les cas les plus défavorables sont ceux où la sérosité est trouble jaune rougeâtre, et contient des flocons albumineux; les cas où la sérosité est grisâtre et fétide.

Les cas favorables sont encore ceux où l'intestin et le sac ne sont ni rouges ni enflammés, ceux où l'intestin a sa coloration et sa température normales.

Les hernies étranglées chez les vieillards donneront en général plus de cas de succès que celles de l'adulte, l'étranglement ayant à cet âge une marche moins rapide dans ses lésions, et d'un autre côté la susceptibilité de la séreuse étant moins grande à cet âge. L'existence d'une épidémie d'érysipèle influera sur le choix de la méthode employée par le chirurgien ; elle devra le rendre plus prudent pour l'emploi des sutures. Il faut compter encore sur les conditions spéciales du sujet : la tendance plus ou moins marquée aux suppurations, le lymphatisme exagéré, l'anémie plus ou moins considérable, qui pourrait faire prévoir des suppurations abondantes.

Les difficultés du débridement, l'étendue des incisions qu'il a fallu faire pour faire céder l'étranglement pourront influer sur les chances ultérieures de guérison. Enfin il faut encore ajouter des considérations, spéciales à chaque espèce de hernies, qui pourront peser dans la balance pour le choix du procédé après l'opération.

Les cas défavorables à la réunion immédiate, et par conséquent ceux que l'on doit traiter par la méthode opposée, sont ceux où la hernie est étranglée depuis longtemps. La persistance d'un étranglement peut

faire craindre des lésions de l'intestin qui exposent à la péritonite. Après la herniotomie, on peut trouver l'intestin froid, d'une couleur douteuse, paille, ardoisée ; le sac peut être fortement vascularisé, hypérémié, enflammé, épaissi, recouvert de couches plastiques de fausses membranes ; il est souvent rempli de liquide plus ou moins foncé, plus ou moins fétide. Il est évident que toutes ces conditions seront défavorables à la réunion, et dans ce cas il ne faudra même pas la tenter.

Quand l'opération aura porté sur une hernie volumineuse, la réunion ne devra pas être faite; on aura surtout recours au pansement à plat. On aura encore recours à la même méthode quand on laissera dans le sac une certaine quantité d'épiploon et quand la réduction de l'intestin n'aura pu être faite qu'après la rupture de brides et d'adhérences déjà établies dans le sac.

Les tentatives violentes et répétées de taxis sont encore une contre-indication à la réunion immédiate. Tout le monde sait aujourd'hui que généralement l'on réussit d'autant plus sûrement dans l'opération de la hernie étranglée que l'on a moins longtemps pratiqué de taxis avant l'opération. Ceci est surtout vrai pour la réunion immédiate, qui a d'autant plus de chance de se faire sans suppuration que l'on a moins malaxé la peau qui est au devant de la hernie.

En parcourant les nombreuses observations de hernies traitées par la réunion immédiate, il ne serait pas difficile de retrouver un certain nombre de succès obtenus dans les conditions les plus défavorables, mais ce n'est pas avec des cas exceptionnels qu'il faut tracer les indications d'un procédé chirurgical.

Ce que l'expérience nous apprend, c'est que chaque méthode a ses indications.

Il convient donc de réserver la réunion immédiate pour un certain nombre de cas déterminés, où son influence pourra être des plus heureuses pour obtenir la guérison. J'espère avoir suffisamment indiqué dans quelle mesure et dans quel cas on pourrait avoir recours à l'une ou l'autre méthode.

En somme, on peut résumer les indications de la réunion immédiate de la façon suivante :

Si les tissus sur lesquels a porté l'opération sont sains, il faudra faire la réunion immédiate, qui préviendra l'inflammation et la suppuration, qui favorisera presque à coup sûr la réunion de la séreuse et très-souvent la cicatrisation de la plaie cutanée et des parties profondes. En cas d'accident imprévu, s'il survient de l'inflammation, on est à temps à faire céder les points de suture ou la ligne de réunion.

Si le sac est déjà enflammé, si la peau et les parties profondes sont contusionnées, la suppuration est inévitable; il faudra dans ce cas re-

noncer à la réunion immédiate qui emprisonnerait la suppuration, pourrait la faire passer du côté du péritoine et par conséquent exposerait le malade à la péritonite et à la mort. Il vaut mieux dans ce cas laisser la plaie sans suture, faire un pansement à plat pour laisser une voie ouverte aux suppurations, qui ont grandes chances de se produire dans le sac herniaire.

J'ai eu l'occasion de pratiquer, dans un assez court espace de temps, deux opérations de hernie étranglée, toutes les deux suivies de succès, grâce à la réunion immédiate. Il s'agissait, dans les deux cas, de hernies crurales de petit volume sur deux femmes, l'une âgée de 46 ans, et l'autre de 75 ans. Dans les deux cas, la herniotomie ne fut pratiquée qu'après plusieurs manœuvres de taxis sur des étranglements datant déjà de plus de 24 heures. Dans les deux cas, la hernie fut trouvée presque sèche.

Sur l'une de mes malades, l'intestin était à peine teinté en rose ; mais sur la femme la plus âgée, le taxis avait déterminé la formation d'un ecchymose sous-séreuse qui rendait l'intestin complétement noir. Malgré cette lésion, je crus pouvoir réduire l'intestin sans danger, l'anse intestinale étant chaude, son aspect luisant indiquant l'intégrité de son épithélium, ses parois ne paraissant ni ramollies ni œdématiées. La réduction ne put être faite, dans les deux cas, qu'après deux débridements portant sur le fascia cribriformis, l'un en haut et en dedans, l'autre directement en haut.

Le peu de volume de ces hernies, l'absence de sérosité louche, trouble ou purulente, dans le sac, l'absence d'épaississement inflammatoire des parois de brides ou d'adhérences, indiquant un commencement de péritonite, m'a décidé, malgré les tentatives un peu longues de taxis, à user de la réunion immédiate pour le pansement.

Les bords de la plaie furent donc réunis par plusieurs points de suture. La ligne de réunion, soigneusement nettoyée du sang qui pouvait la souiller, fut mise à l'abri du contact de l'air par l'application de plusieurs couches de baudruche gommée. Une légère compression destinée à faire adhérer la face profonde des lambeaux fut exercée à l'aide d'un spica. Enfin, des applications de glace furent faites de temps en temps pour modérer le mouvement inflammatoire dans la région de la plaie. La réunion immédiate fut obtenue, dans les deux cas, vers le quatrième jour. Après l'enlèvement des fils, l'adhésion des lèvres de la plaie fut complète, et la guérison s'opéra sans suppuration.

Tous les symptômes de l'étranglement disparurent après la réduction de l'intestin. Les vomissements cessèrent presque immédiatement, les douleurs furent calmées, les malades purent s'alimenter et dormir.

Dans aucun de ces cas, je n'ai cru prudent d'administrer un pur-

gatif. Quand tous les symptômes de l'étranglement ont cessé après l'opération, il est bon, je crois, d'attendre que l'intestin reprenne ses fonctions sans provoquer des contractions trop énergiques ou trop hâtives, qui pourraient, par leur excitation, déterminer de l'inflammation sur un organe qui est tout au moins sous le coup d'une forte contusion.

L'ecchymose sous-séreuse que le taxis a déterminé sur l'intestin de l'une de mes malades me paraît dû non à la violence du taxis, mais à la résistance moindre de l'intestin chez cette malade très-âgée. Je crois, en outre, que la constriction énergique qui gênait la circulation en retour de l'anse intestinale étranglée a facilité la rupture des veines dilatées. J'ai pu voir dans des expériences sur des animaux combien les ecchymoses sous-séreuses sont faciles à produire sur l'intestin fortement serré. Les veines dont la circulation veineuse en retour est gênée se rompent avec facilité. A pression égale, une anse intestinale peu serrée peut résister sans lésion là où une anse fortement serrée se couvre d'ecchymoses.

La réduction de l'anse intestinale ecchymosée n'a donné lieu à aucun accident, et il en sera toujours ainsi quand on n'aura pas confondu l'intestin ecchymosé avec l'intestin gangréné.

L'intestin gangréné a perdu sa température normale : il est presque froid, insensible dans certains cas ; sa couleur est ardoisée ou gris cendré ; sa consistance est molle, ses parois sont flasques ; il y a souvent des plaques blanches ou grisâtres ; la séreuse a perdu son brillant par la chute de son épithélium. L'intestin a une odeur fétide ; il y a dans le sac une sérosité rougeâtre qui présente la même odeur. Dans le cas qui faisait le sujet de l'une de mes deux observations, l'intestin était chaud; sa couleur était franchement noirâtre, sa consistance ferme, la séreuse brillante ; le sac était à peine humide, et l'intestin n'avait aucune odeur.

La rapidité de la guérison dans ces deux cas m'a paru de nature à fournir un argument de plus en faveur de l'utilité de la réunion immédiate.

Cette méthode, dans les cas simples, a les plus grands avantages : elle prévient l'inflammation et met les plaies dans les meilleures conditions pour la cicatrisation.

Si la réunion immédiate prévient l'inflammation, elle ne peut que nuire quand on l'applique à des plaies déjà enflammées et qui sont forcément destinées à suppurer.

Chacune de ces deux méthodes a donc ses indications et ses contre-indications : l'art du chirurgien consiste à savoir les employer à propos.

M. le Dr E. MASSE

Agrégé et chef des travaux anatomiques de la Faculté de médecine de Montpellier.

MONSTRE ANENCÉPHALE A LANGUE TRIFIDE

OBSERVATION DE M. LE Dr SEPTOURS

— Séance du 26 août 1875. —

Le 1er août 1875, vers dix heures du matin, M. le Dr Septours, de Carcassonne, était mandé auprès de la nommée Louise T., modiste, âgée de 24 ans.

Cette femme éprouvait des douleurs d'enfantement, il y avait un commencement d'hémorrhagie inquiétante. La malade était dans une grande faiblesse. Les premiers renseignements recueillis établirent que cette femme était primipare et arrivée au neuvième mois de la grossesse. Elle était mariée depuis dix mois à peine et on avait pu remarquer, pendant sa grossesse, une saillie anormale du ventre qui faisait craindre une grossesse gémellaire.

Bien qu'il n'y ait pas eu de maladie pendant la grossesse, on avait pu cependant remarquer une très-grande pâleur de la face et des téguments. Cette femme était brune, bien constituée, elle avait été menstruée pour la première fois à 17 ans, et depuis lors, la menstruation avait été constamment régulière.

Rien à noter du côté de l'hérédité. La grossesse était arrivée sans entrave vers son dernier terme. Le 30 juillet, Mme T. fit une promenade d'environ 4 kilomètres à pied, elle sentit seulement un peu de fatigue et se coucha sans éprouver de malaise. Vers deux heures du matin, elle s'éveilla en sursaut, elle venait d'inonder son lit d'une énorme quantité de liquide.

Ce liquide était incolore, limpide, comme le liquide amniotique ; le mari put en recueillir plusieurs litres dans une cuvette, il estime à huit litres environ le liquide épanché. La rupture de la poche des eaux s'était effectuée sans douleur. Le liquide qui, tout d'abord, était incolore, se teignit, vers la fin, d'une certaine quantité de sang.

Les douleurs apparurent bientôt, et avec les douleurs, une véritable hémorrhagie qui persista plusieurs heures.

C'est à ce moment que M. Septours fut appelé. Son premier soin fut de s'assurer, par le toucher, de la présentation et de la position. Il ne tarda pas à reconnaître une présentation de la face en position mento-iliaque gauche.

Pourtant le diagnostic ne fut pas sans difficulté. Les vices de confor-

mation de la face faisaient prévoir l'existence d'une monstruosité. Ce qui servit surtout à poser nettement le diagnostic de la position, ce fut l'exploration du menton et surtout de l'arcade alvéolaire inférieure. La marche lente du travail, les dangers pour la femme déjà fort affaiblie de la persistance de l'hémorrhagie, déterminèrent M. Septours à appliquer le forceps. La tête se dégagea facilement, mais le tronc ne put passer qu'aidé par des tractions qui furent très-douloureuses pour la mère.

La délivrance prompte et facile ne fut précédée ni suivie d'hémorrhagie, le placenta ne présentait rien d'anormal.

Les suites de couches furent des meilleures, malgré les difficultés du travail ; huit jours après, la femme pouvait vaquer à ses occupations. L'enfant dont Mme T. venait d'accoucher était mort-né et présentait différentes anomalies curieuses à signaler.

Ce monstre fut envoyé par M. le Dr Septours au musée de la Faculté de médecine de Montpellier.

Fig. 106.

Voici les faits les plus intéressants révélés par l'examen anatomique du monstre, que j'ai pu étudier de concert avec M. le Dr Septours.

Ce monstre peut être classé parmi les monstres unitaires de l'ordre des autosites de la famille des anencéphaliens et du genre anencéphale. Comme chez tous les anencéphales, il y a absence de voûte crânienne sur la partie moyenne du crâne. Le cerveau et la moelle ont disparu.

Il s'est formé un large spina-bifida qui s'étend du crâne au coccyx, le liquide épanché dans le canal médullaire et les ventricules a fait disparaître par compression toute la substance nerveuse, et plus tard une poche kystique s'est substituée aux centres nerveux en les atrophiant; cette poche s'est rompue probablement au moment de l'accouchement en versant son contenu dans l'amnios.

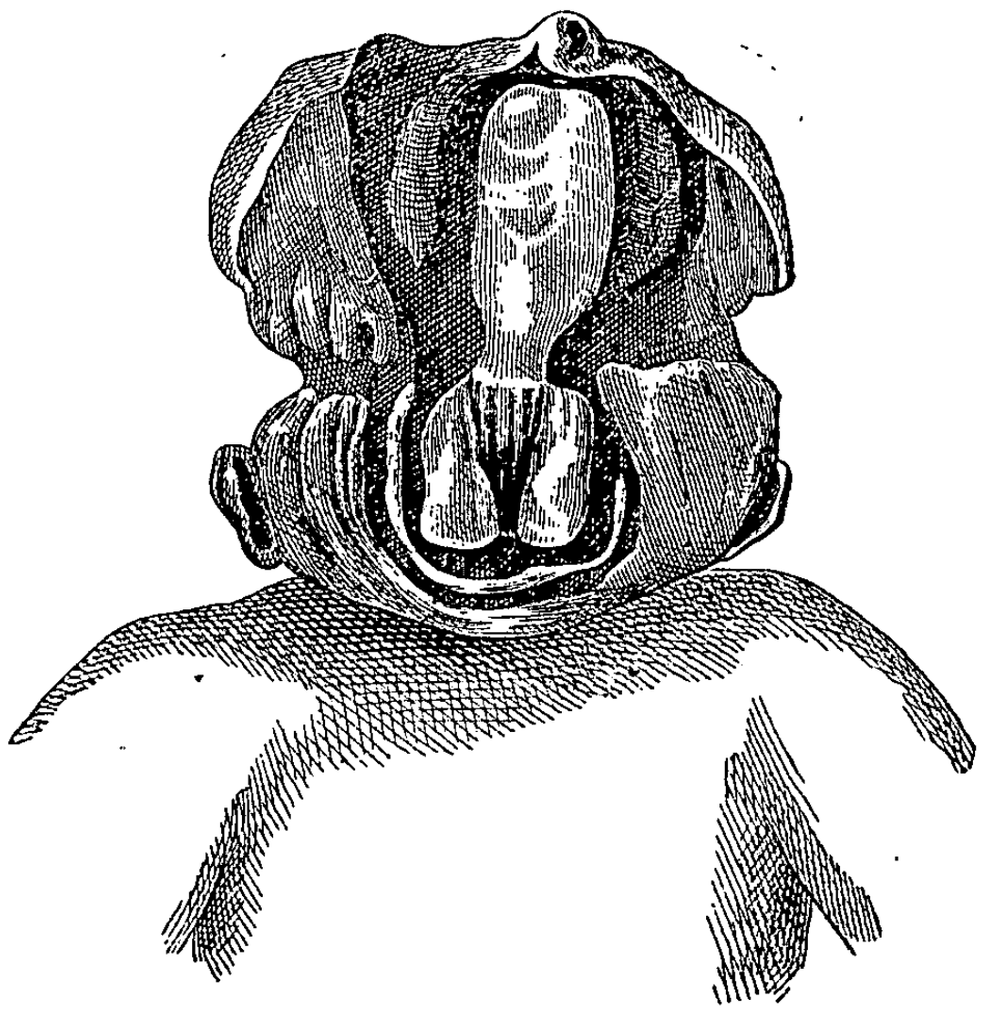


Fig. 107.

En arrière, l'écartement des lames vertébrales est considérable; on trouve quelques traces des nerfs de la queue de cheval au fond du canal médullaire. Les membres sont régulièrement conformés, l'enfant est du sexe masculin, son volume est à peu près celui d'un enfant à terme.

Le cou est très-court. La face présente un aspect hideux, les yeux sont gros et saillants. Le nez est difforme et ne présente qu'une seule ouverture nasale à gauche. Près de la racine du nez existe un petit appendice charnu en forme de crête.

La lèvre supérieure présente un bec de lièvre simple à droite, il existe profondément sur la voûte palatine une double fissure de chaque côté de l'os intermaxillaire.

En ouvrant la cavité buccale, on constate une anomalie extrêmement curieuse, c'est la présence de trois langues : il y a deux langues

sur le plancher buccal, distinctes et séparées, et une troisième langue se fixe sur la voûte palatine.

Ces trois langues viennent se réunir au niveau de l'isthme du gosier pour s'insérer toutes les trois sur l'os hyoïde ; le point de fusion des trois langues correspond au foramen cœcum, à la papille caliciforme moyenne.

La bouche communique avec le pharynx de chaque côté du pédicule de la langue palatine ou supérieure. La langue palatine a la forme et le volume d'une langue ordinaire. Elle fait une légère saillie entre les lèvres, elle porte de petites papilles et elle est en même temps recouverte d'un léger duvet qui paraît y représenter les papilles filiformes; sur sa partie moyenne existe une petite dépression en forme de cul-de-sac.

Les deux langues inférieures paraissent correspondre à la région des papilles fongiformes; la partie moyenne, celle des papilles filiformes, manque, elle est remplacée par un large septum médian fibreux intermédiaire aux deux langues. La partie moyenne de la langue paraît, par une aberration de formation, s'être dirigée vers la partie supérieure de la voûte palatine, où elle s'est fixée. La langue unique, en arrière jusqu'à la région des papilles caliciformes se serait trifurquée par division anormale d'un bourgeon qui aurait dû primitivement être unique.

La cavité buccale communique largement avec les cavités nasales par deux fissures latérales de la voûte. La langue supérieure ou palatine se fixe sur les os incisifs de la mâchoire supérieure. Le maxillaire inférieur est lui-même divisé en trois segments. Il existe un segment moyen qui porte les deux incisives moyennes et les apophyses géni.

Cette observation présente quelque intérêt par la coexistence d'une monstruosité avec un hydramnios. Il serait important, en recueillant beaucoup de faits, de chercher à savoir si l'hydramnios n'a pas une influence sur le développement embryonnaire, si cette hydropisie n'est pas susceptible de provoquer la formation des monstruosités.

Les diverses anomalies que présentait ce monstre sont de nature à intéresser l'embryologiste et l'anatomiste. L'arrêt de développement du maxillaire qui détermine une double fissure latérale de la voûte palatine n'est pas très-rare ; il en est de même de la fissure uni-latérale de la lèvre supérieure et de l'absence même d'une narine.

La disparition par atrophie du cerveau et de la moelle est le résultat des pressions exercées sur les masses nerveuses par les liquides épanchés dans le canal central de la moelle et dans les ventricules.

La même cause a pu entraver la formation de la voûte crânienne, rejeter en dehors les lames vertébrales.

Le spina bifida porte en même temps sur la tête et la colonne verté-

brale. En l'absence du cerveau et de la moelle, le développement n'en a pas moins continué jusqu'au dernier terme de la grossesse. L'absence de cet organe a retenti seulement sur le développement de la face, qui a pris une physionomie toute particulière et qui présentait des arrêts et des anomalies de développement.

Ce qui rend surtout intéressante l'observation de M. Septours, que j'ai l'honneur de soumettre au Congrès, ce sont les anomalies que présentaient la langue et le maxillaire inférieur du monstre anencéphale.

Je ne connais pas dans les annales de la science de cas de langue trifide. M. le docteur Dechambre, dans son article si remarquable du *Dictionnaire encyclopédique,* n'a pu signaler que quelques cas de langue bifide, disposition normale chez quelques mammifères, le dromadaire, le phoque, que l'on retrouve chez quelques oiseaux et chez beaucoup de reptiles.

Pigné, dans le *Bulletin de la Société anatomique,* cite un monstre qui avait deux langues latérales avec deux freins réunis sur la ligne médiane.

Parise de Lille a observé un arrêt de développement de la partie inférieure de la face sur un enfant de 15 jours avec division du maxillaire et bifidité de la langue; ce monstre est déposé au musée Dupuytren.

Cruveilhier insiste pour établir qu'à aucune époque du développement la langue n'est bifide; la bifidité pour lui ne pourrait donc s'expliquer par un arrêt de développement, mais par une division anormale d'un organe ordinairement simple.

Le bourgeon en apparence unique qui forme la langue se compose en réalité d'éléments distincts qui prennent leur origine sur plusieurs arcs branchiaux.

Les deux muscles génioglosses se forment aux dépens des deux moitiés du premier arc branchial par deux masses distinctes qui se fusionnent en une masse charnue unique sur la ligne médiane.

Il reste comme trace de cette division en deux parties distinctes du muscle génioglosse un raphé fibreux, très-apparent encore chez l'adulte.

La bifidité de la langue me paraît due au défaut de coalescence des deux moitiés du génioglosse; les autres muscles pairs viennent s'unir de chaque côté à chacune des deux moitiés de ce muscle.

Les muscles styloglosses qui se fixent à l'apophyse styloïde émanent avec cette apophyse du deuxième arc branchial, l'hyoglosse est formé par le troisième arc branchial.

Le défaut de coalescence des deux génioglosses peut nous expliquer le mode de formation des deux langues du plancher buccal. Quant à la troisième langue, ou langue palatine, son origine ne me paraît pouvoir

s'expliquer que par une aberration de direction d'un faisceau de l'hyoglosse destiné à s'intriquer à l'état normal sur la ligne médiane avec les génioglosses. Ce faisceau s'est dirigé dans ce cas de l'hyoïde sur la face palatine des os incisifs, où il s'est fixé.

Chacune des divisions du bourgeon primitif a eu une tendance bien marquée à reproduire la forme de l'organe entier.

Le défaut de coalescence des muscles a donc déterminé la division de la langue en trois segments. Cette anomalie paraît jusqu'ici unique dans la science.

M. le Dr G. BERTIN

Professeur suppléant à l'École de Médecine de Nantes, Médecin suppléant des hôpitaux.

NOTE SUR L'OTORRHÉE CÉRÉBRALE D'ITARD

— Séance du 26 août 1875. —

Sous le nom d'otorrhée cérébrale, Itard a désigné toutes les otorrhées dont le foyer de suppuration était placé dans l'intérieur du crâne.

L'otorrhée cérébrale, suivant ce célèbre médecin, était primitive, lorsque sans lésions antécédentes de l'oreille, il se formait dans l'intérieur du crâne, aux dépens du cerveau, de ses membranes ou des os, une suppuration qui, après avoir pénétré dans l'oreille interne, soit par les trous faits au rocher par la carie, soit par les ouvertures naturelles, se faisait jour par le conduit auditif externe ou par la trompe d'Eustache.

Abercrombie, Villemier, Albers de Bonn, Toulmouche de Rennes, se sont efforcés de démontrer l'existence de cette affection, niée par Morgagni, Lebert, Lallemand, Krammer, Ménière, Sentex, Duplay.

Une observation, qu'il nous a été donné de recueillir, nous ayant paru être la preuve de l'opinion émise par Itard, nous croyons utile de la faire connaître, dans l'intérêt de la vérité scientifique.

Observation recueillie par M. Plantard, interne des hôpitaux de Nantes.

Le 18 mai 1871, entrait à l'Hôtel-Dieu, service de M. le Dr Mahot, salle 21, le nommé Monnier, âgé de 23 ans, soldat au 54e de ligne. Ce malade resta dans ce service jusqu'au 20 juin, époque à laquelle M. Mahot, forcé d'évacuer les militaires, le fit transférer à la salle 20, service de M. le professeur Malherbe, qui était alors suppléé par M. Bertin.

Au moment de notre examen, c'est-à-dire dès son entrée dans le service, Monnier accusait une céphalalgie des plus intenses, siégeant principalement au côté droit de la tête, au niveau de la fosse pariétale, un peu au dessus de la conque de l'oreille.

Cette céphalée, très-vive, lui arrachait de temps en temps des cris aigus, sonores rappelant les cris hydrencéphaliques de la méningite. Cette douleur et ces cris n'étaient point continus, mais revenaient par accès, à époques irrégulières, avec exacerbations plus ou moins grandes. Notons immédiatement que ces accès devinrent de plus en plus fréquents et ne laissèrent bientôt plus de repos au malade, jusqu'aux deux derniers jours, pendant lesquels, plongé dans le coma, il n'accusa plus aucune sensation.

On remarquait déjà un léger strabisme convergent des deux yeux, et, du côté droit, une dilatation permanente de la pupille, avec un peu d'affaissement de la paupière supérieure droite. Les signes étaient, dans les premiers jours de l'entrée dans la salle, peu apparents, mais ils allèrent successivement en augmentant.

Il n'existait aucun trouble dans la sensibilité cutanée, aucune faiblesse dans les mouvements des membres, et jusqu'au dernier moment, il nous fut permis de constater que la sensibilité et la contractilité musculaire n'avaient éprouvé aucune altération.

L'intelligence était intacte; il répondait cependant avec nonchalance et apathie à toutes les questions qu'on lui adressait. Sa mémoire était entière, et même, quelques jours avant sa mort, il s'entretenait de son pays avec un de ses compatriotes, et lui faisait part du désir qu'il avait d'y retourner pour revoir tous ses amis, dont il citait les noms et auxquels il s'intéressait.

La langue resta humide, excepté dans les derniers jours, où elle se couvrit de fuliginosités. Son appétit conservé, il demandait fréquemment à manger, quoique des vomissements répétés et une constipation très-opiniâtre fussent souvent un obstacle à son alimentation. Notons aussi que les vomissements étaient apparus avec la constipation, dès les premiers jours de son entrée dans le service de M. Mahot, mais qu'ils cessèrent quelques jours avant la terminaison fatale. La constipation ne céda jamais, et les parois abdominales étaient si fortement rétractées qu'elles offraient le type le plus parfait du ventre en carène : une raie tracée avec l'ongle sur la peau de l'abdomen, y laissait pendant longtemps son empreinte.

La circulation était lente, la chaleur de la peau ordinaire. La respiration s'effectuait d'une manière normale, et l'auscultation, plusieurs fois répétée, n'apporta aucune lumière sur l'étiologie de cette affection qui présentait tous les signes d'une méningite. En effet, la douleur encéphalique, le strabisme, la dilatation de la pupille droite, avec paralysie de la paupière supérieure, les vomissements incoercibles, le ventre en carène, ne devaient-ils pas faire soupçonner l'existence d'une méningite tuberculeuse, malgré le silence de l'appareil respiratoire ?

Cette opinion, qui nous était toute personnelle, ne fut pas partagée par M. Bertin, qui rappelait que, dans les commémoratifs, au moment de l'interrogatoire, le malade avait signalé un écoulement purulent de l'oreille droite, qui avait cessé tout à coup, quinze jours avant son entrée à l'hôpital, et que, de plus, la céphalalgie coïncidait avec cette suppression, et qu'enfin une surdité assez prononcée existait pour l'oreille droite. « Tous ces signes, ajoutait M. Bertin, devaient faire peser le diagnostic suivant : otite moyenne ou interne, carie du rocher, méningite consécutive. »

Tels furent les symptômes présentés par Monnier pendant toute sa maladie; il n'y eut jusqu'à la mort que des alternatives de légères améliorations, suivies bientôt d'exacerbations violentes qui, vers le 1er juillet, devinrent permanentes. Le 14 juillet, le malade succomba dans le coma, quarante-six jours après son entrée à l'hôpital, et soixante et un jours après la suppression de l'écoulement de l'oreille.

Nous ajouterons que le traitement avait consisté en purgatifs mercuriaux, répétés fréquemment sans avoir jamais amené de salivation; dans l'application sur le crâne, à droite, de plusieurs vésicatoires, d'un séton à la nuque, et dans l'usage de boissons glacées.

Autopsie. — A l'ouverture du crâne, on constata une congestion très-marquée des méninges. Le long du sinus longitudinal à droite, la substance cérébrale soulevait les méninges et formait deux ou trois bosselures de la grosseur chacune d'une aveline, signe évident d'une force centrale repoussant vers la périphérie les différentes parties enveloppées par les membranes. En enlevant le cerveau détaché de la dure-mère et de la portion réfléchie de l'arachnoïde, au niveau du bord supérieur du rocher, un flot de pus jaillit tout à coup et vint remplir toute la fosse sphénoïdale droite.

Un examen attentif dut donc être fait du cerveau au niveau de son lobe moyen et du rocher dans sa partie correspondante.

Le cerveau présentait toute la partie inférieure du lobe moyen très-ramollie, re-

couvrant un abcès de la grosseur d'un œuf d'oie. Cet abcès, parfaitement enkysté, était séparé de la substance cérébrale, qu'il comprimait par une poche très-épaissie et résistante qui y adhérait cependant très-facilement, excepté en un point correspondant au bord supérieur et à la face antérieure du rocher; à ce niveau, une portion de l'encéphale était attachée sur les parois du kyste, et il était assez difficile de l'en détacher, ce qui fait que le cerveau, qui nulle part ne présentait des adhérences, laissa dans ce point de petits fragments, dans un espace égalant environ un centimètre carré. Ajoutons que c'est dans cette partie du rocher que l'on a constaté la carie signalée plus bas.

La corne du lobe sphénoïdal a été détruite par l'abcès qui fait saillie dans le ventricule latéral droit, comprimant et refoulant tout devant lui ; c'est ainsi que l'étage inférieur du ventricule a été seul détruit, tandis que l'étage supérieur, les couches optiques, le corps strié, ainsi que le lobule de l'insula, se trouvent refoulés et comprimés, tout en restant intacts.

Le pus de l'abcès ne présente rien de remarquable; il est blanc crêmeux, inodore, bien lié : soumis à l'examen microscopique, il donne des leucocythes en grande abondance, quelques corpuscules graisseux et quelques cristaux de cholestérine.

Les méninges présentent un simple épaississement et une tache blanchâtre répondant au bord supérieur et sur la face antérieure du rocher. Le siége de cette tache est situé dans la partie où nous avons indiqué plus haut l'existence des adhérences du kyste avec le cerveau et les méninges. On n'y remarque aucune perforation, et ce point est cependant important à noter pour discuter l'étiologie de l'abcès. Elles se détachent avec la plus grande facilité du rocher, et on ne remarque aucune trace de pus entre elles et les parois externes du crâne ; seulement on aperçoit quelques tractus filamenteux s'insinuant dans les petites anfractuosités des parties cariées du rocher.

Sur ce dernier, on voit deux points de carie séparés l'un de l'autre par un espace osseux resté sain. Ces deux points correspondent extérieurement assez exactement à l'oreille moyenne; mais intérieurement ils sont situés directement en dessous de la tache blanchâtre et des adhérences kystiques avec le cerveau.

Au dessus de la base du rocher, sur le temporal, à un endroit correspondant à la fosse temporo-zigomatique, est une petite ouverture circulaire à bords frangés et amincis, permettant d'y introduire le petit doigt. Cette ouverture était située directement en face de la partie antérieure du kyste, qui se logeait complétement dans la fosse temporale, et qui pressait directement ce point. Par cette ouverture, kyste et méninge étaient, sans adhérence, en rapport immédiat avec le muscle temporal, son aponévrose et les téguments.

La membrane du tympan est perforée, et par l'ouverture, du reste assez petite, on voit parfaitement le marteau encore adhérent à la membrane et les autres osselets, qui paraissent sains.

Si on étudie la pièce après macération, on voit que l'ouverture du temporal est circulaire, et présente des bords amincis de plus en plus aux dépens de la table interne, qui est usée progressivement dans une étendue circulaire égale à la surface d'une pièce de 2 francs, tandis que l'ouverture des deux tables permet d'y introduire seulement l'extrémité du petit doigt.

Cette usure est fort remarquable, elle laisse parfaitement indiquée la place du kyste qui, appuyé sur le bord supérieur et la face antérieure du rocher, venait s'enfoncer dans la fosse temporale, en marquant son étendue par une ligne circulaire qui en limitait parfaitement la circonférence. Au dessous de cette ligne périphérique, on constate une série d'ondulations successives coïncidant avec l'usure de l'os, qui s'accentue de plus en plus jusqu'au centre, où elle est complète, puisqu'elle se termine par une perforation dont l'étendue a été indiquée plus haut.

Une coupe pratiquée par M. le professeur Joüon met à découvert une section du canal demi-circulaire supérieur et inférieur, une section du canal auditif interne, le canal carotidien avec la trompe d'Eustache.

En examinant ces différentes parties du temporal, on voit à l'extrémité antérieure et inférieure de la trompe d'Eustache, une petite surface tomenteuse avec quelques saillies osseuses, qui paraîtrait indiquer une très-légère désorganisation du tissu osseux. Le reste de la trompe est parfaitement sain ainsi que la caisse. Les osselets, que l'on apercevait parfaitement à travers l'ouverture de la membrane du tympan, avant la coupe, s'échappent pendant cette opération.

Les cellules mastoïdiennes sont presque à l'état normal, cependant il y existe une

très-légère désorganisation qui fait communiquer ces cellules avec le point carié signalé sur la face supérieure du rocher. Mais cette désorganisation doit être récente, puisque tout le reste des cellules est parfaitement sain, ce qui n'aurait pas eu lieu si le pus avait séjourné longtemps dans cet espace, car on sait combien cette partie spongieuse du temporal s'altère vite sous l'influence funeste du pus.

Dans cette observation, nous voyons la tumeur se développer sans amener de paralysie de mouvements ; et ce fait, quoique exceptionnel, a cependant été déjà constaté, mais le prolapsus palpébral et le strabisme existaient comme presque toujours du même côté que la lésion ; il en était de même de la céphalalgie, qui était parfaitement accusée sur le point précis de la tumeur. C'était là une donnée importante au point de vue clinique, car si le diagnostic de l'abcès avait pu être fait pendant la vie, n'aurait-on pas pu intervenir directement en donnant issue au pus ?

Si nous examinons maintenant les caractères du kyste et les lésions du temporal, nous voyons :

1° Que le kyste était parfaitement organisé, enveloppé par une membrane très-épaisse et par conséquent très-ancienne;

2° La lésion de l'oreille ne peut pas être aussi ancienne, car la partie malade du rocher est très-légèrement désorganisée et le pus qu'elle a pu produire n'a pas dû séjourner longtemps, ni dans les cellules mastoïdiennes, qui sont presque saines, ni dans l'oreille moyenne, parce que nous avons constaté l'état presque normal de la membrane du tympan, sauf une petite perforation à travers laquelle on distinguait les osselets parfaitement sains et adhérents entre eux ;

3° L'usure du temporal, caractérisée par ses bords amincis, convergeant avec une ouverture centrale. Usure qui prouve encore l'ancienneté du kyste, ancienneté beaucoup plus grande que la lésion du rocher, car d'après sa forme elle n'a pu se faire que lentement et sous l'empire de conditions qu'il est utile d'examiner.

L'usure a lieu de dedans en dehors, elle est produite de la périphérie au centre, comme dans le cas où un corps solide, dur et cylindrique, tend à user, par son frottement, une surface résistante qui l'enveloppe. Ne doit-on donc pas admettre qu'elle a été produite par l'action du kyste, qui, soulevé à chaque fois par les mouvements cérébraux, produisait ainsi une sorte de pression répétée au même point, ainsi que paraissent le prouver les ondulations concentriques du temporal ? En effet, les centres nerveux encéphaliques et plus particulièrement les lobes cérébraux, quoique renfermés dans une boîte osseuse incompressible, ne sont-ils pas soumis chez les adultes, comme chez les nouveaux-nés, à des alternatives d'expansion et de retrait qui correspondent aux contractions du cœur et aux mouvements respiratoires?

Les ondulations concentriques signalées ci-dessus peuvent faire

supposer que le kyste a agi sur le temporal, non pas seulement par l'augmentation du volume de la tumeur, mais encore par un mouvement d'expansion analogue à celui d'une tumeur anévrismale.

Dans notre observation, l'usure pouvait être expliquée par le frottement, c'est-à-dire que l'os, comme le disait Laënnec, se serait érodé comme le serait un caillou sur lequel tomberait incessamment une goutte d'eau et alors le kyste très-ancien a dû mettre beaucoup de temps à user si profondément le temporal dans le point correspondant à son centre, point où tous les effets de pression et d'expansion devaient se produire avec le plus d'énergie, tandis que le bord supérieur et la face antérieure du rocher n'ont commencé à ressentir les effets que lorsque la poche très-développée, ne pouvant plus se distendre suffisamment., agissait par son poids considérablement augmenté, et il est incontestable que ce dernier effet n'a pu se produire que dans un temps plus rapproché.

Nous savons combien est insidieuse la marche des abcès du cerveau et combien de temps parfois ces abcès mettent à se former avant de produire des symptômes qui permettent de les diagnostiquer; — aussi l'étiologie de ces affections est-elle encore entourée d'une grande obscurité; cependant, en nous appuyant sur des observations citées par divers auteurs et particulièrement sur un travail publié par M. le Dr Malherbe père, nous croyons qu'un coup reçu, à une époque même très-éloignée, sans être accompagné de fracture, peut les produire. Dans ces cas, le coup, produisant la contusion du cerveau, détermine l'épanchement d'une ou plusieurs gouttes de sang, entourées d'un ramollissement très-circonscrit, et alors, suivant l'abondance du sang épanché et l'étendue du ramollissement, les accidents peuvent être aigus ou à forme chronique, et si latente, que le malade peut longtemps rester dans l'ignorance de la gravité de l'affection dont il est atteint.

Suivant nous, la marche de notre otorrhée cérébrale aura donc eu lieu ainsi : Un coup reçu, il y a longtemps, aura été le point de départ d'un épanchement sanguin très-petit et accompagné d'un léger ramollissement inflammatoire qui aura sécrété du pus dans un espace très-circonscrit. Ce pus se sera enkysté, puis, en se développant, il aura produit d'abord le refoulement du cerveau, puis l'usure du temporal, et enfin lorsque la poche fut trop distendue, sa pression répétée détermina une méningite partielle, caractérisée par la tache blanche laiteuse observée sur la méninge correspondante au point carié du rocher, où elle présentait en même temps une adhérence à l'os et au cerveau.

C'est ce point méningétique qui a amené la carie du rocher, c'est cette carie qui alors, consécutivement, a produit du pus, lequel, s'écou-

lant en petite quantité par les cellules mastoïdiennes, les a légèrement désorganisées. Bientôt cette méningite partielle s'est généralisée, l'écoulement s'est supprimé alors, comme sous l'influence d'un exutoire énergique, les phénomènes inflammatoires se sont déplacés, et le malade, éprouvant tous les signes d'une méningite aiguë, s'est vu forcé d'entrer à l'Hôtel-Dieu.

C'est, en effet, selon la loi formulée par Desault, au moment où il survient de la congestion ou de l'inflammation autour des lésions cérébrales que les symptômes qui permettent de les reconnaître se révèlent. Nous l'avons déjà dit, le kyste très-ancien avait pu user le temporal, et cela pendant un temps assez long, sans que le malade accusât de douleur vive, laquelle apparut seulement au moment où la méningite locale et partielle détermina l'inflammation du tissu osseux sous-jacent.

Remarquons que si notre malade avait vécu quelque temps encore, une fluctuation évidente aurait soulevé le muscle temporal, et le kyste, faisant hernie au dehors, aurait présenté l'apparence d'une tumeur bonne à ouvrir par le bistouri. Dans ce cas, la guérison aurait peut-être eu lieu, soit que l'on eût vidé l'abcès, soit que le pus se fût fait jour naturellement ; mais jamais l'écoulement du pus n'eût été attribué à un abcès du cerveau. On eût évidemment admis que ce pus provenait de la carie de la portion écailleuse du temporal.

Supposons maintenant que le kyste, se rompant au dessus de la tache méningétique, se fût vidé par le point carié du rocher placé en dessous, l'écoulement purulent aurait eu lieu alors par l'oreille, et dans ce cas, l'opinion de Morgagni paraissait recevoir une nouvelle démonstration, car ce pus, s'infiltrant lentement et pendant longtemps à travers ces petits pertuis cariés, les aurait beaucoup plus désorganisés et on n'eût pas manqué, en voyant cette profonde altération de rocher, de conclure à la marche du pus de l'oreille vers le cerveau. Ce qui eût été évidemment une erreur.

Supposons encore que ce kyste, énormément distendu, se fût vidé non pas par le point carié, mais bien par une ouverture naturelle du rocher, Lallemand y aurait vu une légère désorganisation de l'oreille et n'aurait pu s'empêcher de conclure à la formation de l'abcès du cerveau par la contiguité et par le voisinage de l'otite. Nouvelle erreur démontrée par la marche de l'affection. Aussi, d'après nous, la théorie d'Itard seule rend compte de la succession des phénomènes pathologiques observés, seule elle les explique en s'appuyant sur les lésions cadavériques constatées, et nous pensons que ce savant médecin auriste avait parfaitement raison lorsqu'il admettait l'otorrhée cérébrale primitive.

M. le Dr E. LEUDET

Directeur de l'École de Médecine de Rouen, membre correspondant de l'Académie de Médecine.

ÉTUDE CLINIQUE DES ÉPANCHEMENTS ABONDANTS DE LA PLÈVRE DANS LA TUBERCULISATION PULMONAIRE

— Séance du 26 août 1875. —

L'inflammation de la plèvre est une des complications les plus communes de la tuberculisation pulmonaire. La fréquence extrême d'une lésion appartenant à une maladie dont nous pouvons chaque jour étudier de nombreux exemples pourrait faire supposer que la science n'a plus rien à rechercher dans cette direction. Malheureusement, cette maladie nous offre encore aujourd'hui plus d'un point mal déterminé ou incomplétement élucidé.

La pleurésie, chez les tuberculeux, doit être étudiée à bien des points de vue différents ; elle présente un double intérêt scientifique et pratique, soit qu'on l'envisage en elle-même, soit qu'on l'étudie dans ses rapports avec la tuberculisation pulmonaire.

Quand on aborde l'étude analytique d'un nombre considérable de faits cliniques, qui doivent servir à ces discussions et fournir les éléments de conclusions, de déductions thérapeutiques, on constate qu'une des plus grandes difficultés de la question dépend de la multiplicité des formes des deux lésions, de la phlegmasie de la plèvre et de la tuberculose. Je n'entends pas uniquement les formes anatomiques, la tuberculisation miliaire, l'infiltration jaune ou caséeuse, et l'ulcération du poumon, j'entends surtout ces variétés nombreuses de formes cliniques, soit spontanées, soit héréditaires, dépendant de telle ou telle diathèse. Je ferai remarquer, cependant, qu'un grand nombre de ces formes appartiennent plutôt à la pathologie qu'à la clinique, et que souvent le médecin praticien se trouverait fort embarrassé de rapporter rigoureusement un cas de tuberculose pulmonaire à une diathèse déterminée. J'ai commencé des études cliniques sur ce sujet, et, sans être arrivé à un résultat complet, j'ai pu déjà entrevoir que mes opinions ne seront pas aussi catégoriques que celles de quelques-uns de mes confrères.

Relativement au sujet qui m'occupe ici, je dois surtout signaler une grande variété dans l'évolution de la tuberculisation pulmonaire, variété qui exerce une influence réelle sur les formes, la marche et l'is-

sue de la pleurésie intercurrente. La tuberculose pulmonaire est, chez certains individus, la seule expression locale de la diathèse ; chez d'autres, elle coïncide avec la présence d'un produit morbide, identique dans un grand nombre d'organes plus ou moins importants : en un mot, la tuberculose est, ou bien pulmonaire locale, ou bien généralisée. Envisagée au point de vue de son évolution, la tuberculose peut être régulièrement ou irrégulièrement progressive ; le premier cas est même le plus commun, et Laënnec disait déjà que la tuberculose se faisait souvent par poussées successives. L'intervalle de ces poussées, de ces arrêts du processus morbide sont plus ou moins longs. Chaque clinicien constate ces variations ; il les indique, mais ne les explique pas. Ainsi donc il est constant que l'évolution de la tuberculose pulmonaire présente des divergences considérables quand elle progresse seule.

Les phlegmasies de la plèvre ne sont pas moins variables dans leurs formes anatomiques, dans leur évolution et leur durée, depuis cette forme que l'on a désignée sous le nom d'*hydrothorax aigu* jusqu'à la pleurésie sèche très-limitée, l'une provoquant presque à l'improviste les accidents les plus redoutables ; l'autre, d'une évolution lente, latente, ignorée souvent du médecin et du malade, et constatée uniquement après la mort.

Dans l'étude que j'entreprends, il me faut donc scinder mon sujet et tenir compte, autant que possible, des variétés morbides.

Mes recherches sont basées principalement sur mon expérience personnelle ; les notes recueillies sur tous les tuberculeux de ma division d'hôpital depuis vingt ans en sont les principaux éléments. J'ai fait, dans cet espace de temps, 826 nécroscopies de tuberculose pulmonaire ; le total des faits recueillis est de près de 2000 observations. J'ai pu suivre un certain nombre de tuberculeux pendant une série d'années, et j'ai cherché à mettre à profit cet avantage précieux de la pratique hospitalière de province.

Cette circonstance me permet donc de formuler des résultats numériques sur un ensemble de faits assez considérable. Je regrette, il est vrai, que ces preuves ne soient pas encore plus probantes par leur multiplicité, elles auront au moins le mérite de l'exactitude, et permettront à mes confrères de contrôler mes conclusions, de les accepter ou de les combattre.

Les épanchements de la plèvre que l'on rencontre dans la tuberculose pulmonaire, peuvent remplir toute la cavité thoracique, ou uniquement une partie, ils peuvent être simplement séreux, plus ou moins pseudo-membraneux, purulents ou sanguinolents. A côté de ces variétés qui feront le sujet de mes recherches, il existe encore des pleurésies sèches,

constituées par un dépôt de pseudo-membranes plus ou moins molles, avec une quantité minime de liquide ; d'autres fois, l'épanchement est séreux double, et dépend, ou d'une cachexie séreuse ultime, ou d'une albuminurie intercurrente. La pleurésie sèche ne donne lieu qu'à peu de considérations cliniques, elle est souvent méconnue du médecin et du malade ; l'hydropisie par cause générale n'appartient pas aux accidents propres de la plèvre, elle dépend plutôt de la complication que je viens de nommer. Je laisse donc de côté ces deux dernières variétés, pour étudier plus spécialement les épanchements liquides de la plèvre, se développant dans la tuberculisation pulmonaire.

Ces épanchements sont au nombre de 100 ; chez 11 malades, j'ai constaté, après la mort, un hydrothorax unilatéral, sans hydropisie générale. Chez 22 malades, le liquide remplissait toute la plèvre ; sur ces 22 cas, il était 18 fois pseudo-membraneux et 4 fois purulent ; 54 fois, j'ai rencontré une pleurésie pseudomembraneuse partielle, 6 fois une pleurésie enkystée avec fausses membranes ; 5 fois une pleurésie purulente partielle, et 2 fois une pleurésie hémorrhagique.

La distinction entre l'hydrothorax aigu occupant toute une plèvre, sans symptômes d'hydropisie générale et l'épanchement pseudomembraneux, offre une difficulté réelle de diagnostic ; aussi parmi les tuberculeux dont l'épanchement de la plèvre s'est terminé par la guérison, y en a-t-il quelques-uns dont l'épanchement était purement séreux. Je serais d'autant plus porté à le soupçonner que l'un des tuberculeux guéri d'un épanchement de toute une plèvre, présenta, quelques années plus tard, un nouvel épanchement, et qu'un autre fut atteint ultérieurement d'un hydropneumothorax ; cela pourrait me faire supposer que l'épanchement primitif était peu riche en fibrine, puisqu'il n'avait pas provoqué d'adhérences suffisantes des 2 feuillets de la plèvre pour empêcher un nouvel épanchement de liquide.

Chez tous les malades qui ont présenté après leur mort un hydrothorax assez considérable, 9 sur 11 présentaient une tuberculisation pulmonaire déjà parvenue à la période d'excavation ; un seul présentait des tubercules étendus aux deux sommets, en partie miliaires grisâtres unis à des masses jaunâtres d'infiltration caséeuse ; enfin chez une femme de 63 ans, qui succomba avec un hydrothorax considérable de la plèvre droite, le sommet des deux poumons présentait des tubercules grenus et des masses crétacées. Ces malades étaient donc presque tous déjà parvenus à une période cachectique ; enfin un malade n'avait que les lésions d'une tuberculose arrêtée. Ce fait n'étonne nullement ceux qui ont suivi jusqu'à l'époque de leur mort les individus dont la tuberculose a progressé lentement, ou même s'est arrêtée. Ces individus succombent fréquemment sous l'influence d'une cause légère,

et les accidents de cachexie séreuse sont souvent l'indice de la terminaison de la vie.

On pourrait invoquer pour résoudre cette question de la fréquence relative de l'hydrothorax unilatéral et de la pleurésie abondante dans la tuberculose, la nature du liquide obtenu par la thoracentèse. Ces faits indiquent que le liquide évacué est souvent très-pauvre en fibrine, aussi a-t-il fait donner à cette variété d'épanchement le nom d'hydrothorax aigu.

Il faut remarquer toutefois que le liquide évacué par la thoracentèse n'entraîne pas toujours des pseudomembranes, quand il en existe sur un des feuillets des plèvres.

Les épanchements purulents sont beaucoup moins fréquents que les pseudomembraneux ; j'ai vu 4 fois seulement le liquide purulent remplir tout un côté du thorax chez un tuberculeux. Ces épanchements purulents ne succédaient pas à des collections primitivement pseudomembraneuses; si je m'en rapporte à l'anamrèse, l'empyème chez les tuberculeux survient assez rapidement, et comme je le dirai plus loin, n'offre pas de symptômes capables de le faire distinguer facilement de l'épanchement pseudomembraneux.

Dans les faits que je viens d'analyser, le liquide remplissait la totalité, ou la presque totalité d'une plèvre ; il est beaucoup plus fréquent de rencontrer des pleurésies partielles; dans ces cas l'épanchement pseudomembraneux est libre dans la cavité pleurale, d'autres fois l'épanchement est enkysté ; la pleurésie purulente partielle, beaucoup plus rare dans la tuberculose pulmonaire, est ou libre, ou enkystée.

Trousseau et M. Béhier ont indiqué la fréquence beaucoup plus grande de la pleurésie tuberculeuse abondante du côté droit, que du côté gauche. Les 22 faits recueillis par moi se divisent en 11 pleurésies droites et 11 pleurésies gauches. Je ne conclurai rien autre de ces observations qu'il faut, avant de formuler une opinion catégorique, réunir un nombre d'observations plus considérable.

L'état du poumon des malades, présentant ces épanchements considérables, est loin d'être comparable dans tous les cas. M. Pidoux (*Actes de la Société méd. des hôpitaux,* sér. I, fasc. 1, p. 102, 1850), écrivait : — « Il a longtemps qu'on a dit que la pleurésie latente était fort souvent déterminée par des tubercules. C'est une des nombreuses variétés de la phthisie pulmonaire. On n'observe guère cette espèce d'épanchement dans la phthisie commune. Presque toujours, il annonce l'existence de tubercules miliaires disséminés, dont quelques-uns situés à la surface du poumon, ou sous la plèvre, y ont excité l'hydrothorax avec des accidents inflammatoires variables, mais généralement assez obscurs. » — Cette opinion, qui a été adoptée par beaucoup

d'auteurs, ne me semble pas prouvée par la clinique. Wintrich (*Virchow's handb. der path.,* v. V, p. 290, 1857) écrivait que les pleurésies abondantes surviennent quelquefois lorsque la tuberculose pulmonaire est arrivée à la période d'excavation. Dans ma thèse inaugurale (*Recherches cliniques sur la phthisie aiguë chez l'adulte,* Paris, 1851, p. 15), j'indiquais la rareté des épanchements de la plèvre dans la tuberculose miliaire du poumon, abstraction faite des tubercules miliaires étendus des plèvres.

L'examen sthéthoscopique des poumons pendant la vie n'est pas toujours un moyen certain de nous indiquer exactement l'étendue et le degré du dépôt tuberculeux. La compression du parenchyme, la présence de fausses membranes, les altérations provoquées par l'épanchement dans l'élasticité du poumon, modifient profondément les signes stéthoscopiques de la tuberculose, tels qu'on les entend lorsque la plèvre est vide ou qu'elle ne contient qu'une quantité minime de liquide.

La mort de quelques-uns de mes malades, dans la durée de la pleurésie à sa période d'état, ou dans un état de résolution très-incomplet, lorsque le liquide remplissait encore la 1/2 ou les 2/3 de la plèvre, m'a permis de constater l'état du poumon. Dans ces cas, dans près de la moitié, la tuberculose était parvenue à un degré avancé, comme le témoignait la présence d'une caverne au sommet d'un des poumons, mais toujours la caverne offrait les caractères d'une destruction ancienne. Un seul malade sur 7, qui ont succombé dans ces conditions, présentait des tubercules miliaires et jaunes, épars jusqu'aux deux bases. Chez 2 autres malades, l'étendue du semis tuberculeux en petites masses miliaires et jaunes, coïncidait avec une généralisation du tubercule dans d'autres organes, les reins, la rate, etc. Chez la plupart de ces malades, l'existence des masses crétacées, de points de phlegmasie chronique au sommet, témoignait de la succession de plusieurs poussées tuberculeuses.

Je crois donc que les épanchements occupant toute une plèvre ne se rencontrent pas exclusivement chez les individus dont les poumons sont criblés de tubercules miliaires, on les observe à tous les degrés de la maladie ; cependant presque tous les poumons des malades qui succombent dans le cours de cette variété de pleurésie, offrent les traces de plusieurs poussées tuberculeuses ; en effet, sur un même poumon on constate l'existence de cavernes, de petites masses tuberculeuses jaunes, de masses crétacées, de tubercules enveloppés dans une zone de phlegmasie chronique du poumon.

L'étendue de la lésion tuberculeuse du poumon ne paraissait pas chez mes malades être la cause d'appel de la pleurésie. En effet, dans

tous les cas que j'ai observés, à l'exception d'un seul, le poumon, du côté de l'épanchement, était atteint de tubercules dans une étendue moindre que le poumon du côté opposé. On pourrait objecter que si j'ai trouvé moins de tubercules dans le poumon qui plongeait dans le liquide, c'est que la compression du parenchyme pulmonaire a empêché le développement des tubercules, tandis que le parenchyme du côté opposé libre de toute compression, a vu la tuberculose se développer sans entraves. Je crois ce raisonnement très-plausible, et l'influence préventive de l'épanchement considérable sur le développement des tubercules dans la partie comprimée me paraît probable. Ce qui était très-remarquable dans la plupart des cas, c'était la prédominance de la tuberculose à un degré d'évolution avancé dans le sommet du poumon comprimé.

Si les résultats d'autres observateurs concordent avec les miens, on pourra en tirer une déduction appliquable au diagnostic. Il faudrait en effet attacher une grande importance à l'intégrité absolue du poumon du côté opposé à l'épanchement. J'ai dit plus haut combien diverses conditions locales rendaient difficile l'appréciation exacte par l'auscultation de l'état du poumon du côté de l'épanchement ; l'intégrité du poumon du côté opposé à la pleurésie pourrait rendre très-probable que la maladie n'est pas de nature tuberculeuse.

J'attache d'autant plus d'importance à cet examen du poumon du côté opposé à l'épanchement, que la tuberculose pulmonaire présente dans ces cas, peu de symptômes généraux. Pidoux l'a dit très-justement (*Actes de la Soc. méd. des hôpit.*, sér. I, fasc. 1, p. 102, 1850). Si ces sortes d'épanchements se liaient à la phthisie vulgaire, celle-ci étant caractérisée par des signes très-concluants, il serait impossible d'errer sur la nature secondaire de l'hydrothorax. Mais cette variété de la tuberculisation pulmonaire, qui produit les épanchements dont je parle, manque le plus souvent de signes physiques. Les hémoptysies y sont moins fréquentes que dans la phthisie commune. Les autres caractères de cette maladie, qu'on nomme rationnels, sont aussi beaucoup moins accusés, ils vont même quelquefois jusqu'à se confondre avec ceux qu'on observe chez la classe de sujets qu'atteint plus particulièrement la pleurésie latente. J'en conclus qu'on est exposé, par la force des choses, à ne pas toujours pouvoir prononcer sur la question de savoir si, dans tel cas, il y a ou il n'y a pas quelques tubercules, et si l'épanchement n'appartient pas à une phthisie irrégulière.

Il est fort difficile pour un observateur qui constate l'existence d'une pleurésie purulente chez un tuberculeux, de déterminer d'une manière précise si l'épanchement est devenu purulent plus ou moins longtemps après son début. Chez deux malades atteints de cette forme d'épan-

chement, j'ai pu faire remonter le début de l'épanchement à 3 ou 4 mois. Le début de l'affection est d'autant plus incertain, que ces épanchements purulents ne s'accompagnent pas des signes rationnels, qui permettent, au moins dans quelques cas, de soupçonner la nature de l'épanchement. Cet état latent des signes de l'épanchement purulent est réel, aussi bien quand le liquide remplit toute la plèvre, que lorsqu'il est limité à une partie de son étendue.

L'épanchement purulent de la plèvre n'occupe pas en général le côté du thorax correspondant au poumon où la tuberculose offre le maximum, par son étendue et le degré de son évolution. Dans ce cas encore, j'ai trouvé, après la mort, le summum de la lésion pulmonaire du côté opposé à l'épanchement. Hoppe (*Memorabilia,* 1. 7, p. 160. — *Virchow's und Hirsch's Jahresb,* 1867, v. II, p. 116) a décrit un cas de tuberculose pulmonaire dans lequel le poumon droit était seul malade et présentait des cavernes volumineuses. Le poumon gauche, au contraire, comprimé par l'épanchement purulent qui fut évacué par la ponction, était dans un état complétement normal. Le fait démontre que ce n'est pas l'irritation provoquée directement par la tuberculose pulmonaire qui détermine la formation de l'épanchement purulent.

Les malades atteints de tubercules subissent, comme tous les individus atteints d'une affection débilitante, la prédisposition aux phlegmasies secondaires. Ces inflammations se produisent dans le péritoine, dans les méninges, et, comme chez tous les malades, plus encore dans les plèvres, lors même que ces membranes séreuses ne présentent pas elles-mêmes de dépôt de tubercules dans leur épaisseur. Cet appel aux inflammations secondaires à distance, n'est pas exclusivement l'effet de la tuberculose ramollie ou excavante ; des tubercules miliaires seuls, constituant pendant des mois et même une année, la seule lésion du poumon, peuvent en être la cause première.

J'ignore pourquoi la tuberculose du poumon provoque, dans certains cas, le développement d'un épanchement pleural qui conserve longtemps ses caractères de produit pseudo-membraneux, tandis que chez d'autres malades, il devient rapidement purulent.

En parcourant les observations de pleurésies partielles chez les tuberculeux, je constate également que la plèvre s'enflamme, surtout dans la période ultime ; que dans la tuberculose miliaire aiguë, elle existe surtout lorsque la tuberculose miliaire est généralisée, mais qu'elle n'est pas fréquente chez les tuberculeux dont le produit morbide subit un ramollissement progressif.

Marche et issue des épanchements abondants de la plèvre chez les phthisiques. « Il y a chance, dit M. Moutard-Martin (*Bullet. et mém. de la Société médicale des hôpitaux de Paris, sér. 2, v, I, p. 80,*

1864), pour que la plupart des cas de pleurésie où l'épanchement est lentement progressif..... soient des pleurésies de phthisiques. En effet, la pleurésie chez les tuberculeux n'emplit pas une plèvre aussi rapidement que chez les individus dont les poumons sont indemnes de toute lésion. Les symptômes généraux et locaux ne diffèrent guère dans ces deux ordres de cas. J'ai constaté, comme M. Pidoux, que les hémoptysies manquaient en général dans leurs antécédents. Les pleurésies occupant toute une plèvre, et même une partie considérable de cette cavité, ont été proclamées très-graves. Louis (*Phthisie,* p. 332, 2e éd., 1840) s'exprimait ainsi à cet égard : « Tandis que la pneumonie développée dans le cours encore peu avancé des tubercules pulmonaires, guérissait presque constamment, la pleurésie guérissait rarement, de manière que, lors de la première édition de cet ouvrage, je ne l'avais pas vue disparaître complétement, alors que dans un cas..... Bien entendu qu'il n'est ici question que de la pleurésie grave, de celle qui est accompagnée d'un épanchement plus ou moins considérable. M. Walshe (*Diseases of the Lungs,* p. 465, 3e éd., 1860) partage la même opinion. L'épanchement pleurétique intercurrent dans la phthisie est toujours grave, dit-il, et plus loin, il ajoute : la guérison complète de cette pleurésie est très-rare. MM. Hérard et Cornil (*Phthisie pulmonaire,* p. 605, 1867) n'envisagent pas la pleurésie comme aussi grave que Louis et M. Walshe. « Les pleurésies, écrivent-ils, sont susceptibles de guérison, en ce sens que l'épanchement se résorbe avec plus ou moins de facilité ; mais il n'est pas rare de le voir se reproduire au bout d'un temps variable, ou bien il reste des fausses membranes épaisses qui laissent dans le côté affecté une diminution considérable du murmure vésiculaire avec matité persistante. »

Mon expérience personnelle me fait partager l'opinion de MM. Hérard et Cornil. La pleurésie abondante chez les tuberculeux est susceptible de guérison dans une proportion assez considérable, puisque j'ai vu guérir 12 malades sur 18 cas de phthisie présentant des épanchements pseudomembraneux considérables dans une plèvre ; encore, sur les 6 malades qui ont succombé, la terminaison fatale n'a pas toujours été due à la pleurésie elle-même ; ainsi l'un des malades fut emporté par une fistule pleuro-bronchique et un hydrothorax survenu dans le cours de la phthisie. Un malade, chez lequel l'intensité de la dyspnée me fit pratiquer la thoracentèse, succomba 5 jours après l'opération aux suites d'une péritonite pseudo-membraneuse ; chez un troisième, l'inflammation du péritoine provoqua la mort dans le cours de la résorption de la pleurésie. Je me borne à signaler cette inflammation de la séreuse abdominale comme épiphénomène sans tuberculose locale, survenant dans le cours de la pleurésie des tuberculeux.

En défalquant ces trois observations pour les motifs que je viens d'indiquer, il ne me reste donc que trois malades sur quinze, qui ont succombé aux suites de la pleurésie. Parmi les trois malades, l'un était arrivé à l'Hôtel-Dieu, dans une prostration telle, que j'ai craint de le voir succomber en pratiquant la thoracentèse ; les deux autres ont succombé avant la résorption de l'épanchement de la plèvre. L'un d'eux atteint depuis plusieurs mois d'une entérite chronique ulcéreuse, dont les ulcérations furent trouvées en partie cicatrisées à l'autopsie, avait encore près de 750 grammes de liquide dans la plèvre, et un peu d'épanchement citrin dans le péritoine. L'autre malade qui a succombé présentait une des plèvres encore remplie à moitié de liquide, et une extension des tubercules au rein et à la rate.

Ces deux malades, qui ont succombé avant la résorption complète du liquide sont morts sans dyspnée exagérée, dans un état cachectique.

Deux fois seulement, j'ai dû faire une thoracentèse dans le cours d'une pleurésie tuberculeuse, le liquide ne se reproduisit pas chez les deux malades.

En pratiquant plus fréquemment la thoracentèse dans le cours de la maladie qui m'occupe aurai-je pu réduire le chiffre de la mortalité ? L'évacuation de la plèvre aurait-elle pu prévenir le développement et la généralisation des tubercules, c'est ce que j'examinerai plus loin.

J'ai parlé de la pleurésie purulente de toute la plèvre intercurrente dans la tuberculose ; j'ai pu, grâce à l'opération de l'empyème, prolonger considérablement la vie d'un de mes malades ; chez deux autres, une pleurésie d'abord générale se termina par une vomique et permit au malade de vivre plusieurs années.

Le premier fait a une importance réelle, en ce qu'il prouve qu'un épanchement purulent de la plèvre ouvert avec le bistouri, traité par la canule à demeure, et les injections irritantes dans la plèvre peut encore guérir. Je dois ajouter que chez ce malade deux fistules donnaient encore issue à une petite quantité de liquide provenant probablement d'une nécrose d'une côte. Les côtes, considérablement déformées, présentaient de très-beaux exemples d'ostéophytes, comme les a décrits M. Parise.

La guérison de la pleurésie chronique par l'ouverture de la plèvre dans les bronches n'a rien qui étonne, quand on songe que la guérison du pneumothorax tuberculeux n'est pas tellement rare, que chaque médecin d'hôpital dont la pratique a déjà quelque durée ne puisse en citer quelques exemples.

J'en ai observé également deux sur un total de vingt-quatre cas de pneumothorax tuberculeux, et de même, dans la plupart des faits pu-

bliés la guérison s'est opérée chez mes malades à la suite d'un accroissement lent du liquide intrapleural, qui se résorba ultérieurement.

Quelle est la durée de la résorption du liquide contenu dans la plèvre? Sur dix cas où cette appréciation a pu être faite d'une manière exacte, j'ai constaté que six fois sur dix, le temps nécessaire pour obtenir la résorption du liquide variait de trois à cinq semaines; que la guérison de l'épanchement pouvait encore s'effectuer au bout de deux mois, de deux mois et demi, et même d'un an, sans que cette persistance de l'épanchement dans la plèvre pendant une durée aussi prolongée, amenât la transformation de l'épanchement pseudomembraneux en liquide purulent, sans que la tuberculose pulmonaire subît pendant ce temps une aggravation marquée.

On pourrait se demander si la cure de ces épanchements n'aurait pas été plus prompte si j'avais pratiqué la thoracentèse. J'ai dit plus haut que je n'avais eu recours à l'évacuation du liquide que chez deux malades dont l'existence me paraissait en danger. Chez ces deux malades, il n'y eut aucune reproduction du liquide intrapleural, mais l'un succombait au bout de cinq jours, l'autre au bout de cinq mois.

La pleurésie, abondante chez les tuberculeux, se résorbe-t-elle plus ou moins vite que les épanchements abondants de la plèvre chez des individus exempts de diathèse tuberculeuse? J'ai analysé dix-huit cas de pleurésies, dites idiopathiques, occupant tout un côté du thorax, et j'ai constaté que la guérison paraissait plus rapide dans les cas d'épanchements idiopathiques, que dans ceux d'épanchement tuberculeux; ainsi dans douze cas sur dix-huit de pleurésie idiopathique la résorption était achevée dans l'espace de trois à six semaines chez six individus, de deux mois dans quatre cas, de deux mois et demi dans un, et de quatre mois dans un seul.

Cette statistique ne repose, il est vrai, que sur un nombre de faits assez restreint; elle appelle donc de nouvelles recherches, mais elle me semble préférable à une simple affirmation résultant d'une impression plus ou moins vague.

La tuberculose pulmonaire semble donc ralentir la résorption du liquide épanché dans une plèvre; j'ai cherché à le prouver dans les cas où la quantité de liquide est considérable. Cette proposition est vraie également, quand la quantité de liquide est beaucoup moindre, qu'elle n'occupe que la moitié ou le tiers de la cavité thoracique; ainsi chez un tuberculeux l'épanchement existait encore au bout de six mois, d'un an et même d'un an et demi, et cependant je constatai à l'examen du cadavre, que cette pleurésie n'était pas enkystée.

On sait que les kystes pseudomembraneux de la plèvre peuvent avoir

une durée beaucoup plus longue et rester latents, sans influence apparente sur la santé de l'individu chez lesquels on les rencontre après la mort.

L'influence des épanchements abondants de la plèvre sur la marche ultérieure de la tuberculose pulmonaire a donné lieu récemment à une discussion à l'Académie de Médecine de Paris. Plusieurs des membres de la savante compagnie ont discuté cette influence, surtout au point de vue de l'opportunité de la thoracentèse; cependant on a abordé également la question que je considère comme primordiale. Quelle est, en dehors de la thoracentèse, l'influence, chez les tuberculeux, des épanchements abondants de la plèvre sur la marche ultérieure de la tuberculose pulmonaire? La deuxième question serait : la soustraction rapide du liquide intrapleural exerce-t-elle sur l'évolution ultérieure de la tuberculose pulmonaire une influence favorable ou fâcheuse?

M. Béhier (*Bulletin de l'Acad. de Méd.*, 1872, p. 322) considère la présence prolongée de l'épanchement comme une chose grave, même pour les malades qui sont sous l'imminence d'une manifestation, qui sont prédisposés à la phthisie. « La pleurésie de longue durée, dit-il, entretient une phlegmasie au pourtour du poumon, dont elle gêne les fonctions au profit des développements tuberculeux possibles chez tant de sujets. »

M. Pidoux (*Ibid.*, p. 338) professe une opinion contraire. Pour lui, l'épanchement retarde l'évolution tuberculeuse. Dans les phthisies, dit-il, que Laennec appelait irrégulières, tant que l'épanchement existe, la diathèse générale reste stationnaire; si l'épanchement disparaît rapidement, l'affection primitive reprend sa marche avec plus de violence que jamais. MM. Hérard et Cornil (*Phthisie pulm.*, p. 324; 1866) sont encore plus affirmatifs. « L'épanchement de la plèvre, suivant ces auteurs, loin de hâter la marche de cette maladie, comme semblent le croire quelques observateurs, nous paraît au contraire de nature à enrayer son développement par suite de la compression à laquelle est soumis le poumon, et de la moindre vascularité de l'organe qui en est la conséquence.

Comme on le voit, chaque auteur a envisagé la question à un point de vue un peu différent. Je laisse de côté l'opinion qui fait de la présence de la pleurésie une cause d'appel pour les tubercules, c'était l'opinion de Trousseau, comme celle de M. Béhier; cette opinion est du reste fort ancienne, et déjà Bayle (*Recherches sur la phthisie*, p. 69) la mentionnait. « On doit encore remarquer, dit-il, qu'il ne faut pas attribuer le principe de la phthisie à certaines maladies, qui, sans avoir déterminé la dégénérescence tuberculeuse, hâtent sa marche où

deviennent mortelles, par suite d'une autre altération préexistante dans les poumons ; et il cite les fièvres éruptives, la péripneumonie, la *pleurésie* et le catarrhe pulmonaire. » Comme on l'a fait remarquer très-justement, cette question de la préexistence de la tuberculose ou de la pleurésie est souvent très-difficile à résoudre ; comme elle ne rentre pas dans mon sujet d'étude, je la néglige à dessein.

La tuberculose préexiste, l'épanchement pleurétique survient ; pendant la durée de la pleurésie, la tuberculose s'arrête ; il y a antagonisme entre les deux lésions, suivant M. Pidoux ; il y a, par suite de la compression du poumon, un obstacle à la production de la tuberculose de ce côté. Quelle que soit l'explication que l'on donne de ce phénomène, il m'a paru, comme aux autres observateurs, que pendant la durée de la pleurésie abondante, la tuberculose fait peu de progrès.

Il est même remarquable que la durée de l'épanchement ne semble pas toujours, à beaucoup près, une circonstance fâcheuse.

J'ai dit, au commencement de ce travail, que j'avais constaté la guérison d'un épanchement abondant de la plèvre chez douze tuberculeux. J'ai pu suivre huit de ces malades pendant un temps prolongé ; tous ont succombé : un malade, cinq mois après la guérison de sa pleurésie ; un après un an ; un après deux ans ; trois après trois ans ; deux au bout de six ans, et un au bout de sept ans. La durée moyenne de la vie de ces malades a été de trois ans et demi après la guérison de l'épanchement. Il faut faire remarquer en outre, que six malades ont vécu plus de trois ans, et trois de six mois à deux ans.

Il faut toutefois noter que l'analyse numérique rapportée ici doit subir un correctif. J'ai dit que j'avais pu suivre huit de mes douze malades guéris d'une pleurésie abondante consécutive à une tuberculisation pulmonaire ; on peut se demander si les six autres malades, ou au moins presque tous ces malades, qui ne se sont pas présentés de nouveau dans ma division, n'ont pas succombé rapidement. Il n'en reste pas moins constaté qu'un épanchement abondant de la plèvre, guéri plus ou moins rapidement, ne provoque pas toujours une évolution rapide de la tuberculose.

La cause de la mort fut, chez quatre individus, les progrès de la tuberculose pulmonaire ; chez deux, de nouveaux accidents du côté de la plèvre, une fois une pleurésie hémorrhagique du côté opposé à celui primitivement atteint ; chez un autre, un pneumothorax développé du côté primitivement atteint, et cela deux ans après la première attaque. Un malade fut enlevé par une méningite tuberculeuse ; enfin un malade dont la tuberculose n'avait pas cessé de progresser, offrit les signes d'une affection valvulaire du cœur. L'examen du cadavre démontra en effet l'existence d'une endocardite valvulaire assez récente.

Une malade, traitée pour une pleurésie abondante au début d'une tuberculose, est rentrée dans ma division d'hôpital sept ans après l'affection de la plèvre. La tuberculose pulmonaire avait continué son évolution sans accidents graves, et la lésion qui se présentait au moment de la phlegmasie pleurale, sous la forme de tubercules crus, était arrivée après sept ans, à la période d'excavations.

La nature purulente de l'épanchement de la plèvre n'entraîne pas toujours une évolution ultérieure rapide de la tuberculose pulmonaire. J'ai dit plus haut que j'avais constaté trois fois cette qualité du liquide intrapleural chez des malades. L'un d'eux, dont il a été question plus haut, atteint d'une pleurésie purulente droite avec tuberculose, dut subir l'opération de l'empyème. L'opération fut pratiquée avec le bistouri. Des injections iodées, alcooliques et ultérieurement avec une solution de nitrate d'argent, amenèrent l'adhérence des deux feuillets de la plèvre ; il ne restait plus, au bout de cinq mois, que deux fistules, donnant issue à une suppuration provoquée par une ostéite costale. Le malade succomba, au bout de sept mois, dans la cachexie. L'autopsie démontra l'existence d'une tuberculisation pulmonaire miliaire, peu étendue, limitée au tiers inférieur du poumon droit, une caverne et des tubercules ramollis au sommet du poumon gauche. L'affaiblissement consécutif à la suppuration prolongée de la plèvre a peut-être été, dans ce cas, une cause de mort aussi importante que l'affaiblissement provoqué par l'évolution de la tuberculose.

L'observation d'un autre malade, que j'ai pu suivre pendant six ans, vient à l'appui de ces hypothèses. En voici le résumé : Un homme de 44 ans, présentant des signes de tubercules au sommet de chaque poumon, est atteint d'une pleurésie suppurée gauche. Cet empyème circonscrit s'ouvre dans les bronches par une vomique abondante. L'orifice de communication avec les bronches était assez large pour que le malade pût, en se couchant sur le ventre et inclinant la tête en bas, faire écouler par la bouche le pus de l'empyème. Ce malade fut admis cinq fois dans ma division d'hôpital pendant six ans, pour des recrudescences de la vomique, dont le pus devenait fréquemment fétide. La tuberculose restait par contre en apparence stationnaire. La mort fut provoquée par un sphacèle de la partie moyenne et antérieure du poumon droit. L'examen du cadavre prouva que la pleurésie était guérie. Le poumon du côté droit ne présentait que des tubercules miliaires. Le poumon gauche était creusé d'une grande caverne entourée de quelques tubercules, les uns ramollis, les autres caséeux.

Dans ces deux observations, la pleurésie purulente a donc tenu la place principale parmi les causes des symptômes morbides ; je crois que l'on peut y voir la preuve qu'une inflammation de la plèvre, lors

même qu'elle est de nature purulente, n'accélère pas toujours l'évolution de la tuberculose pulmonaire.

J'ai cité l'opinion professée par quelques confrères, que l'action mécanique compressive de l'épanchement sur le poumon empêchait ou du moins gênait le développement des tubercules dans son intérieur. Je crois cette opinion fondée. Mais quand l'épanchement a disparu, que les deux feuillets de la plèvre sont maintenus en contact par des adhérences celluleuses, la tuberculose prend-elle une marche plus rapide ? L'analyse de mes observations ne semble pas le démontrer. Tous mes malades qui ont succombé, au bout de quelques années, présentaient des lésions que l'on peut résumer ainsi : les uns offraient des lésions tuberculeuses plus étendues, des cavernes plus nombreuses du côté de l'épanchement que du côté opposé : c'était le plus grand nombre des cas; d'autres malades avaient des lésions presque analogues dans les deux poumons : c'étaient, en général, les individus qui avaient vécu le moins longtemps après la guérison de l'épanchement.

L'ensemble de ces faits me semble une nouvelle preuve de cette proposition que la pleurésie abondante ne provoque pas une accélération de l'évolution tuberculeuse.

CONCLUSIONS

1° Dans le cours de la tuberculose pulmonaire, la plèvre peut être remplie par un épanchement.

2° Cet épanchement est le plus souvent pseudomembraneux; il peut être séreux, purulent, hémorrhagique.

3° Les pleurésies qui occupent toute une plèvre sont plus souvent de nature tuberculeuse qu'idiopathiques.

4° Les malades qui succombent pendant la période d'état de ces épanchements, présentent fréquemment des cavernes, des tubercules en partie arrêtés ou crétacés, en un mot, les lésions d'une tuberculose régressive appartenant surtout à la phthisie irrégulière. Plus rarement la tuberculose est double et ramollie: enfin il est plus rare encore de ne rencontrer que des tubercules miliaires.

5° La tuberculose n'est pas plus étendue et plus avancée du côté de l'épanchement, souvent même elle l'est moins que du côté opposé.

6° La pleurésie abondante de la plèvre ne provoque pas le plus souvent la mort par son abondance.

7° Quelques malades succombent, avant la résolution complète de l'épanchement, dans un état cachectique.

8° Les deux tiers des malades atteints de pleurésie abondante dans le cours de la tuberculose pulmonaire, guérissent de l'épanchement de la plèvre.

9° La guérison de l'épanchement est, en général, plus lente que chez les individus non tuberculeux.

10° La pleurésie purulente chez les tuberculeux est susceptible de guérison.

11° L'épanchement abondant de la plèvre n'accélère pas le plus souvent le développement de la tuberculose pulmonaire; il ne provoque pas, en général, une évolution plus rapide de la tuberculose dans le poumon du côté de l'épanchement que du côté opposé.

12° La pleurésie purulente semble ne pas accélérer le développement de la tuberculose du poumon.

M. le Dr NEPVEU

Ancien interne des hôpitaux de Paris, chef de laboratoire de la Faculté à l'hôpital de la Pitié, membre de la Société anatomique et de la Société de Biologie.

CONTRIBUTION A L'HISTOIRE DE LA CAROTIDE PRIMITIVE ET DES ACCIDENTS CONSÉCUTIFS A LA LIGATURE DE CE VAISSEAU

— Séance du 26 août 1875. —

La dénudation des gros vaisseaux a été peu étudiée jusqu'ici et nous ne trouvons sur ce sujet, qui intéresse si fort la pratique, qu'un travail d'ensemble dû au docteur Delbarre, élève de M. Verneuil (*Thèse inaugurale,* 1869). Cependant cette dénudation s'observe dans des circonstances variées, blessures diverses, ulcérations allant jusqu'à la gaîne des vaisseaux, foyers de suppuration entourant l'artère, applications caustiques imprudentes, et enfin dénudation volontaire quand une tumeur arrive jusqu'aux troncs artériels et qu'on veut l'enlever en totalité.

Nous ne voulons pas reprendre toute cette question, mais seulement publier un fait qui montre dans quel embarras peut se trouver le chirurgien, quand il est aux prises avec une dénudation de la carotide primitive survenue à la suite d'une opération.

X., robuste campagnard, 56 ans, ayant toujours joui d'une excellente santé, vit apparaître il y a 15 mois environ sur la partie latérale droite du cou une tumeur sous-cutanée, mobile, ayant les caractères d'un ganglion hypertrophié. Aucune cause appréciable ne pouvait être invoquée : il n'y avait dans les antécédents ni syphilis, ni scrofule, ni affection des téguments ou des muqueuses de la tête. En dépit des divers topiques, la tumeur grossit rapidement, se ramollit, s'ulcéra, et donna de bonne heure lieu à des hémorrhagies répétées et abondantes.

Le médecin ordinaire tenta, non point l'ablation complète de la masse, mais seulement l'ablation de la partie saillante; une hémorrhagie considérable suivit cette tentative, et bientôt la tumeur reprit et dépassa de beaucoup son volume primitif.

X... se décide à venir à Paris et entre à la Pitié, le 15 mars 1875, salle Saint-Louis, n° 12, service de M. Verneuil.

Etat actuel. La tumeur s'étend dans le sens vertical depuis le bord inférieur de la mâchoire jusqu'au voisinage de la clavicule et transversalement depuis le cartilage thyroïde jusqu'aux masses musculaires de la nuque; elle forme une saillie hémisphérique un peu aplatie, épaisse à son centre de 6 à 7 cent. environ, et présente à sa circonférence un contour assez nettement circonscrit. La partie proéminente centrale est recouverte par une épaisse plaque noirâtre, vestige des applications réitérées de perchlorure de fer faites pour modérer les hémorrhagies; à la périphérie la peau est adhérente, épaisse, très-vasculaire, mais elle reprend ses caractères normaux à 2 cent. environ du contour de la masse. Malgré son étendue, celle-ci semble jouir d'une mobilité très-appréciable sur les parties profondes, ce qui fait penser qu'il n'existe point là d'adhérences bien solides.

Cette exploration, bien que tout à fait indolente, est rendue délicate par l'extrême facilité avec laquelle le sang coule au moindre attouchement exercé sur la tumeur.

D'après la marche, la situation et les caractères du mal, M. Verneuil diagnostique un lymphadénôme ayant envahi la plus grande partie des ganglions cervicaux du côté droit, tout en respectant les vaisseaux et nerfs profonds qui ne paraissent ni comprimés ni envahis. Ceux du côté gauche sont tout à fait indemnes ainsi que ceux des aisselles, des aines, etc. La rate et les organes abdominaux n'offrent aucune lésion apparente; il n'y a pas de leucocythémie. L'auscultation n'indique aucun désordre dans les poumons; les digestions sont bonnes; l'intelligence et les fonctions locomotrices absolument normales.

Le malade est amaigri et accuse une diminution générale des forces; mais ceci s'explique aisément par les hémorrhagies antérieures, par la vive inquiétude et par les douleurs violentes et incessantes ressenties depuis deux mois et qui ont aboli complétement le sommeil.

X... demande avec insistance une opération, quelle qu'elle soit, et quel que soit le danger, pourvu qu'on parvienne à le soulager.

M. Verneuil hésitait beaucoup. En effet cette opération promettait à la fois d'être fort laborieuse dans son exécution et très-dangereuse dans ses suites immédiates et éloignées; peut-être même serait-il impossible de la terminer complétement.

D'après l'origine et les rapports présents du mal, il fallait nécessairement s'attendre à ouvrir largement la gaîne des vaisseaux carotidiens et à agir sur les organes qu'elle renferme. Si on parvenait à isoler heureusement la production pathologique tout entière, on avait à redouter tous les accidents auxquels peut donner lieu une plaie énorme du cou et le voisinage dangereux du larynx et de la poitrine.

L'état lamentable du patient et son insistance décidèrent cependant M. Verneuil, qui déjà avait mené à bien d'aussi grandes entreprises et qui comptait d'ailleurs appeler à son aide tous les agents combinés de l'exérèse.

Voici le plan qu'on se proposait de suivre : circonscrire toute la tumeur avec le couteau galvanique et creuser ainsi autour d'elle un sillon aussi profond que possible, atteindre en particulier le plus tôt possible à la partie inférieure et antérieure la gaîne des vaisseaux. pour pouvoir au besoin comprimer ou lier la carotide primitive, au cas où une hémorrhagie grave se montrerait dans le cours de l'opération.

Le sillon circulaire tracé, enlever avec l'écraseur linéaire tout la partie saillante de la masse pour mettre librement à nu la partie profonde.

Procéder ensuite avec lenteur à l'énucléation de cette dernière, temps délicat, puisqu'il faudrait nécessairement isoler et respecter les vaisseaux carotidiens. Si on constatait alors des connexions trop intimes entre le néoplasme et les vaisseaux susdits, on aurait fait de ceux-ci la ligature et au besoin la résection.

Des pinces hémostatiques étaient disposées en nombre suffisant, ainsi que de fortes ligatures, à conduire avec l'aiguille de Deschamps. On se promettait bien de ne se servir en aucun cas de l'instrument tranchant.

Le 23 juin, ce programme fut suivi à peu près littéralement, sauf quelques modifications rendues nécessaires. Tout d'abord, la pile du galvano-cautère marchant assez mal, et la section de la peau se faisant trop lentement, on essaya alors de prendre le bistouri; mais on dut y renoncer sur-le-champ, car sur les bords d'une

incision de deux pouces environ, une foule d'artérioles se mirent à verser du sang, qu'il fallut au moins 5 ou 6 pinces pour arrêter. Le couteau galvanique fut repris, mais dut encore être abandonné pour une autre cause. Un aide, ayant placé sa main sur la tumeur pour tendre la peau et faciliter la section, arracha la croûte ; aussitôt une pluie de sang s'échappa de la surface ulcérée, et se répandant sur toute la région, éteignit à plusieurs reprises le couteau rougi.

M. Verneuil prit alors le parti d'énucléer rapidement toute la masse fongueuse, puis, pour arrêter le sang, qui suintait en abondance du fond de ce large cratère, il appliqua une plaque large et épaisse d'amadou, sur laquelle on exerça avec la main une compression assez forte qui arrêta l'hémorrhagie et fut maintenue provisoirement en place. La région ayant été débarrassée du sang et le liquide de la pile ayant été renouvelé, on reprit la dissection périphérique, qui put enfin être continuée sans encombre. Sous le bord de la branche horizontale de la mâchoire, on énucléa successivement les ganglions sous-maxillaires et sous-hyoïdiens au nombre de 5 à 6, et qui avaient acquis le volume d'une petite noix en moyenne. Ils étaient peu adhérents, mais on jugea prudent de jeter sur leur pédicule une forte ligature préalable. On peut respecter la glande sous-maxillaire.

La même manœuvre fut répétée en haut et en arrière de l'angle de la mâchoire, le long de sa branche ascendante. Là, en effet, on retrouva un chapelet de ganglions cachés sous la face profonde du muscle sterno-mastoïdien et s'insinuant même entre les muscles postérieurs du cou.

La parotide ne fut pas entamée, mais seulement assez largement découverte en arrière; en bas et en avant, la section de la peau fut assez facile; on divisa en travers le muscle sterno-cleido-mastoïdien à deux travers de doigt de la clavicule et du sternum (déjà on l'avait sectionné en haut à une distance à peu près égale de son insertion mastoïdienne) et on constata heureusement l'intégrité du corps thyroïde et de la partie inférieure de la gaîne carotidienne.

Toute cette dissection périphérique fut longue, mais n'amena qu'une perte de sang insignifiante, grâce à l'emploi exclusif des doigts et des instruments mousses pour l'énucléation, et du galvano-cautère pour les sections.

Restait à faire l'ablation de la base de la tumeur, encore adhérente dans l'étendue d'un carré de 7 à 8 cent. au moins de côté.

L'amadou enlevé et le sang bien arrêté, on distinguait facilement tous les tissus de la région. On procéda avec plus de soin que jamais de la manière suivante:

Le segment moyen du sterno-mastoïdien fut détaché de bas en haut et d'arrière en avant avec les masses ganglionnaires sous-jacentes, de façon que la carotide primitive pût être dénudée sans la moindre lésion dans une étendue de 4 centimètres, à partir du bas jusqu'à sa bifurcation; un fragment de la masse morbide paraissant à ce niveau un peu plus adhérent à la gaîne des vaisseaux, est étreint dans une forte ligature.

La jugulaire interne est moins facile à distinguer, parce qu'elle est le plus souvent affaissée et ne se gonfle que de temps en temps; on était parvenu à la ménager entièrement, lorsqu'en arrachant un petit ganglion qui lui était accolé, on déchira la veine afférente, ce qui amena (comme j'ai déjà vu ce fait se produire quelquefois) une ouverture latérale du gros tronc veineux. Deux ligatures appliquées à 3 cent. de distance, arrêtèrent l'hémorrhagie. La jugulaire fut réséquée dans l'intervalle des fils.

En détachant les dernières traces de la tumeur au niveau du bouquet de la carotide externe, on lia, avant ou après leur ouverture, encore quatre artères de moyen calibre. Mais enfin cette laborieuse opération s'acheva sans autre incident, après plus d'une heure de durée, et lorsque nous fûmes bien convaincus que l'extirpation était complète.

On avait bien perdu 4 à 500 grammes de sang, dont les 3/4 au moins provenaient de la tumeur, car la dissection proprement dite en avait fourni peu. Sans la section de la circonférence au galvanocautère et l'énucléation exclusivement faite avec des instruments mousses, il est certain que l'hémorrhagie eût été infiniment plus forte.

L'énorme plaie, bien arrosée avec une solution phéniquée au 100e, fut recouverte de petits fragments de mousseline juxtaposés, puis, comme à la manière accoutumée, d'une compresse de même étoffe, d'une couche de ouate et d'une plaque de taffetas gommé.

Toutes les deux heures, les couches superficielles étaient enlevées et l'on fit sur la première mousseline une pulvérisation de quelques minutes avec la même solution phéniquée.

A son réveil, le malade était un peu faible, mais il était dès le soir même tout à fait remis. Le lendemain soir seulement, la fièvre traumatique s'alluma, sans atteindre plus de 39°.

Les choses se passèrent fort simplement les jours suivants : ni douleurs, ni accidents quelconques, sauf un peu de difficulté dans la déglutition. La détersion marcha même plus vite que je ne l'aurais pensé, car dès le cinquième jour, une grande partie de sa surface était déjà recouverte de belles granulations et fournissait un pus épais, crêmeux de très-bonne nature.

Deux circonstances cependant causaient quelque inquiétude : d'abord la fièvre, sans être très-forte, se maintenait toujours autour de 39° 5, et dura jusqu'au onzième jour, puis on se préoccupait de ce qu'allait devenir la carotide, si largement dénudée.

Pendant les trois premiers jours, on ne distinguait le vaisseau qu'à ses battements visibles et tangibles, toute la surface traumatique étant uniformément tapissée par cette couche grisâtre qu'on rencontre toujours à la surface des plaies par arrachement (ou énucléation). Lorsque par l'élimination de la couche susdite les granulations se dégagèrent, elles ne se montrèrent point tout d'abord sur le trajet du vaisseau, qui paraissait au milieu d'elles comme un demi-cylindre grisâtre.

Au bout de la première semaine cependant, ces bourgeons commençèrent à s'étendre des parties voisines sur le vaisseau, comme les anses vasculaires dans le chémosis recouvrent peu à peu la cornée. Les choses marchèrent même assez vite pour que le 7 juillet, quatorze jours après l'opération, l'artère fût presque entièrement tapissée par une belle couche de bourgeons continus avec ceux du voisinage. On voyait et l'on sentait encore les battements, qui toutefois étaient sensiblement moins forts qu'au début, comme si le calibre de l'artère diminuait peu à peu.

Ce travail protecteur, malheureusement ne s'achevait pas; tout à fait en haut, vers la bifurcation carotidienne, au dessous de la petite masse sphacélée par la ligature et que nous avons signalée plus haut, la paroi vasculaire restait grise dans l'étendue de 7 à 8 mil. en hauteur, sur 5 à 6 en largeur. Une rupture prochaine était à redouter dans ce point. On redoubla de précaution dans les pansements; on toucha plusieurs fois par jour, avec un pinceau imbibé d'eau phéniquée plus forte, la petite masse sphacélée pour en hâter l'élimination et provoquer la formation des bourgeons charnus, et l'on attendit.

Le 8 juillet, tout semblait aller mieux; la fièvre était tout à fait tombée, l'état général meilleur, et la tache grisâtre correspondant à l'artère semblait notablement diminuée.

Le 9, tout allait brusquement changer. A cinq heures du matin, le malade est réveillé par une assez vive douleur dans la plaie; il appelle l'infirmier et lui demande de lui faire son pansement; à peine celui-ci a-t-il enlevé les pièces superficielles, qu'un jet de sang assez volumineux s'échappe de la plaie. L'infirmier applique d'abord le doigt sur le point d'où vient l'hémorrhagie, puis une plaque d'amadou qu'il maintient fortement en place; la sœur du service, fort expérimentée, remplace son serviteur et fait la compression digitale dans la plaie. L'interne de garde arrive à son tour; l'hémorrhagie, suspendue un instant, reparaît; on comprime le bout cardiaque; le sang s'arrête, mais au bout de quelques minutes sort à nouveau par le bout périphérique. L'interne essaie en vain d'appliquer là une pince hémostatique; alors il reprend, avec l'aide d'un de ses collègues, la compression directe et digitale sur l'orifice qui verse le sang, et envoie chercher M. Verneuil, qui arrive aussitôt, une heure et demie après le début de l'accident.

Le malade, qui a perdu 5 à 600 grammes de sang, est pâle et anxieux. Cependant, le pouls est bon, la respiration régulière, les battements carotidiens forts. Après s'être assuré que le sang sort d'une rupture de l'artère au niveau du point dénudé et non recouvert de granulations, M. Verneuil, faisant laisser le doigt d'un aide sur la perforation, se mit en devoir de lier la carotide à 3 cent. au dessous d'elle. Pour cela, il isola soigneusement le vaisseau au bas de la portion primitivement dénudée avec une sonde cannelée; pour ménager sûrement l'artère recouverte de granulations, il applique successivement sur ses faces interne et externe la pulpe de l'index et du pouce, et conduit la sonde avec la pointe de l'ongle. Il passe ensuite, et sans précipitation, l'aiguille de Deschamps au dessous du vaisseau en le rasant au plus près; une ligature un peu forte ainsi conduite sert d'abord à soulever légèrement l'artère pour étreindre celle-ci entre le mors d'une pince à polype. M. Verneuil avait pris cette dernière précaution, parce qu'il comptait peu sur la ligature et craignait qu'elle coupât promptement le vaisseau, n'ayant plus pour résister sa tunique dartoïque métamorphosée en bourgeons charnus.

Cette prévision était exacte, car en serrant ensuite le fil, même avec précaution, on sentit distinctement qu'il coupait presque complétement le conduit vasculaire, et à l'autopsie faite 28 heures après la mort et 52 heures après la ligature, on constata que celle-ci avait pénétré largement dans la cavité du vaisseau.

Le bout cardiaque obturé, la compression digitale fut suspendue; on vit alors très-distinctement la rupture artérielle, et il fut possible d'y introduire de haut en bas et de bas en haut l'extrémité d'une sonde cannelée dans la carotide et dans son renflement terminal.

Le sang apparut alors par le bout périphérique. Une ligature eût été ici bien difficile à appliquer, ou bien il eût fallu sans doute en placer une sur la carotide interne; une autre sur l'externe, une troisième peut-être sur la thyroïdienne supérieure. M. Verneuil se contenta de glisser une pince hémostatique en travers et au dessus de la perforation, et comme l'écoulement diminuait sans s'arrêter complétement, deux autres pinces furent encore mises en place pour saisir sûrement toutes les branches émanées de la bifurcation. L'hémorrhagie fut ainsi définitivement maîtrisée.

Les quatre pinces furent assujetties de façon à n'être pas gênantes : tout le monde, soit dit en passant, put remarquer que leur application avait été infiniment plus facile et plus expéditive que le passage de la ligature.

Du reste, pendant toutes ces opérations hémostatiques, le patient a perdu fort peu de sang.

Rassuré sur le danger pressant de l'hémorrhagie, on s'occupa du malade ; on le trouva dans un état singulier : il était fort pâle et dans un état demi-comateux, n'ayant du reste donné, pendant toute l'opération, que des signes équivoques de sensibilité ; il répondait cependant, quoique avec lenteur, aux questions qu'on lui adressait, et n'était certainement point en syncope, car le pouls était plutôt plein et fort. On remarqua de plus une paralysie faciale du côté opposé, et une hémiplégie très-évidente du bras et de la jambe gauche, au contraire, un certain degré de contracture du bras droit.

M. Verneuil était tenté de voir là ces phénomènes subits qui suivent la ligature de la carotide primitive, mais il apprit aussitôt de la bouche de l'interne de garde que ces symptômes étaient plus anciens et qu'ils remontaient à l'instant même où l'on avait fait, vers 5 h. 1/2, la compression du bout cardiaque de la carotide immédiatement au dessous de la perforation. Les phénomènes de paralysie s'étaient rapidement produits, mais légers encore, et ils n'avaient fait que s'accroître depuis.

D'autre part, une autre remarque non moins curieuse fut communiquée par un des assistants à la première opération. Pendant le cours de celle-ci, au moment où le sang coulait en abondance de la tumeur, le doigt fut pendant quelques instants appliqué sur la carotide primitive. Or, l'aide en question nota alors l'apparition d'une pâleur subite, avec collapsus de la face et respiration stertoreuse. Tout cela ayant cessé lorsque le doigt compresseur fut enlevé, on n'en avait pas prévenu l'opérateur.

M. Verneuil fit le matin même une leçon clinique sur ce fait intéressant ; il passa en revue les accidents cérébraux consécutifs à la ligature de la carotide primitive, et suivant l'usage, les divisa en immédiats et tardifs. Rappelant ensuite les hypothèses régnantes, il adopta pour les accidents immédiats l'ischémie due à l'insuffisance des anastomoses, et pour les accidents tardifs la théorie de M. L. Le Fort, dont il avait lui-même démontré l'exactitude.

Il annonça donc que chez son malade, on trouverait sans doute l'artère communicante de Willis très-peu développée, ce qui expliquait et les accidents passagers observés pendant l'opération, et l'hémiplégie consécutive à la ligature récente.

Intercurremment, il dit quelques mots de la friabilité des artères baignées par le pus, et tout en admettant comme généralement vraie l'opinion de Guthrie et de Nélaton qui contestent cette friabilité, il fit des réserves pour les artères dénudées dont la tunique externe perd sa résistance lorsqu'elle est métamorphosée en membrane granuleuse.

Enfin il porta un pronostic très grave qui fut bientôt justifié, car le malade, après être resté tout le jour dans un état de coma tranquille, s'éteignit le matin suivant à 6 heures, 24 heures après l'arrêt de l'hémorrhagie.

Examen histologique de la tumeur. A l'état frais, grandes et volumineuses cellules fusiformes ou arrondies, munies de 2 à 6 noyaux et remplies de granulations. A l'état dur, après l'emploi d'acide picrique, gomme et alcool, on voit sur des coupes

minces les mêmes éléments un peu rétractés, fortement serrés les uns contre les autres, et simulant ainsi des masses épithéliales. Cependant les prolongements fusiformes se distinguent encore aisément en certains points. Le reticulum est bien visible en quelques endroits, mais il a disparu dans la plus grande partie de la masse. En résumé, il s'agit d'un lympho-sarcome à cellules fusiformes multinucléées.

L'autopsie faite avec le plus grand soin révéla des particularités d'un grand intérêt.

1° Le ramollissement de la plus grande partie de l'hémisphère cérébral droit, c'est-à-dire de tout le territoire arrosé par l'artère sylvienne. La pulpe cérébrale d'un blanc verdâtre est absolument ischémiée, et après l'ablation de la pie-mère, se laisse dissocier par un filet d'eau.

2° L'artère communicante de Willis est des deux côtés filiforme ; elle est beaucoup au dessous de la moyenne, d'après M. Duret, interne du service, qui a fait de nombreuses recherches sur les vaisseaux de l'encéphale.

3° L'artère sylvienne est thrombosée dans une longueur de plusieurs centimètres à partir de son origine, et la coagulation s'étend à ses branches principales. Le caillot s'étend en bas dans la terminaison de la carotide, à sa sortie du canal carotidien (la portion intraosseuse du vaisseau n'a pas été ouverte).

4° Entre les pinces hémostatiques supérieures, c'est-à-dire placées au dessus de la perforation, et l'entrée dans le crâne, la carotide interne ne renferme *aucun caillot*. Il n'y en a pas davantage dans la carotide primitive, entre son origine au tronc brachio-céphalique et la pince hémostatique inférieure, placée, comme on l'a dit, à deux centimètres environ de la perforation.

5° Entre les pinces supérieure et inférieure, on trouve cette perforation comme on l'avait vue pendant la vie, existant à un centimètre au dessous de la bifurcation de la carotide primitive. Elle mesure plusieurs millimètres et occupe le centre d'une plaque nécrosée de la paroi artérielle. En fendant avec précaution le vaisseau au dessous de l'orifice accidentel, on trouve entre lui et la ligature sous-jacente à la pince, un caillot déjà ancien, long de 11 à 12 millimètres, plus petit que le calibre vasculaire, libre de toute adhérence, et qui semble rompu à ses deux extrémités.

6° La ligature avait coupé toute la moitié antérieure de la carotide. Plus bas, au niveau de la pince, les tuniques sont légèrement mâchonnées ; l'interne présente plusieurs petites fissures.

7° Le nerf pneumo-gastrique droit est étreint dans la ligature et au dessous également compris entre les mors de la pince.

8° Les deux tronçons de la jugulaire interne, au dessous des points liés pendant l'opération première, sont vides et tout à fait revenus sur eux-mêmes. Les orifices sont oblitérés par adhésion des parois dans une certaine étendue.

9° L'hémisphère cérébral gauche, ainsi que les extrémités antérieure et postérieure de l'hémisphère droit, sont hyperémiés, la pie-mère fortement injectée.

Au sommet de l'hémisphère gauche, tout près de la suture sagittale, à un centimètre environ de la surface, se découvre un noyau noirâtre du volume d'une amande, qu'on prend d'abord pour un foyer apoplectique à cause de sa coloration ; mais on constate sans peine que s'il est entouré d'une extravasation sanguine, en revanche il est formé à son centre d'un tissu absolument semblable à celui de la tumeur. C'est donc une production secondaire, un commencement de généralisation du néoplasme dont rien pendant la vie n'aurait pu faire soupçonner l'existence.

10° Les deux poumons sont congestionnés à leur base, du reste sains et sans trace de productions néoplasiques. En dépit de la ligature du nerf pneumogastrique, les altérations de nature purement hypostatique ne sont pas plus développées à droite qu'à gauche.

Les reins, le foie, le cœur, n'offrent point d'autre lésion qu'une anémie prononcée.

Dans une nouvelle leçon clinique, M. Verneuil commente ces résultats nécroscopiques. Il regrette d'abord d'avoir opéré, puisque la présence d'un noyau secondaire dans le cerveau rendait la guérison impossible, et insiste à ce propos sur l'impossibilité où l'on est le plus

souvent de diagnostiquer les dépôts métastatiques viscéraux, et aussi sur la marche généralement funeste des opérations pratiquées quand ces dépôts existent. Il pense aussi que l'épanchement sanguin qui entourait la tumeur cérébrale est de date toute récente, et qu'elle s'est formée le jour même de l'hémorrhagie par le fait de la congestion de l'hémisphère gauche.

A propos de la faute opératoire commise en comprenant le nerf pneumogastrique dans la ligature, M. Verneuil s'étonne de l'avoir commise, croyant avoir pris toutes les précautions nécessaires pour l'éviter. C'est la seconde fois qu'il lui arrive de lier un nerf conjointement avec une artère. Dans le premier cas, c'est une branche du plexus brachial qui fut étreinte en même temps que l'artère axillaire, pour une hémorrhagie secondaire au sein d'un foyer en suppuration. On peut invoquer comme circonstance atténuante les adhérences intimes que les nerfs contractent avec les vaisseaux quand l'inflammation a envahi la gaîne de ces derniers. Il devient très-difficile alors de distinguer et d'isoler les cordons nerveux des conduits vasculaires. Au reste, bien que le dernier malade ne fût point endormi, il n'accusa aucune sensation particulière et ne présenta pas de phénomènes spéciaux au moment où le pneumogastrique fut serré par le fil et la pince.

La même observation sert à prouver que la ligature de la jugulaire interne n'a pas grande influence sur la circulation encéphalique, ce que du reste beaucoup d'autres faits ont déjà démontré.

Mais, ajouta M. Verneuil, on doit surtout demander à l'autopsie l'explication des accidents cérébraux et de la lésion de l'hémisphère droit. Ici, les théories rivales sont en présence. Elles sont, comme on sait, au nombre de trois : l'insuffisance de la communicante de Willis, la thrombose progressive de l'arbre carotidien, et l'embolie de l'artère sylvienne.

Dans notre cas, la communicante était à la vérité de très-petit calibre, mais elle n'était pas assez réduite cependant pour amener une ischémie totale de l'hémisphère, et surtout pour rendre compte de la formation du caillot étendu qu'on observait dans l'artère sylvienne. Tout au plus cette insuffisance anastomotique aurait pu expliquer les troubles légers et passagers qu'on avait observés pendant la première opération. Évidemment, l'oblitération de la cérébrale moyenne était la cause de la lésion cérébrale et de l'hémiplégie. Elle avait dû s'effectuer, par conséquent, au moment même où la paralysie s'était produite, c'est-à-dire à l'instant où l'interne de garde, en comprimant la carotide, l'avait vu survenir sous ses yeux.

Donc elle avait précédé de près d'une heure la ligature et ne pouvait pas à coup sûr être attribuée à une thrombose ascendante et progres-

sive, comme dans la théorie de M. Le Fort. D'ailleurs, quand les choses se passent ainsi, on constate, depuis la ligature jusque dans le tronc de la sylvienne, *un caillot non interrompu*, tandis que l'on avait noté soigneusement l'absence de tout caillot dans la carotide interne.

Reste donc la théorie de l'embolie. M. Le Fort lui a contesté avec raison le pouvoir d'expliquer tous les cas d'hémiplégie et d'ischémie cérébrale, mais sans doute il a été trop loin en la rejetant d'une manière absolue. Outre qu'elle rend seule compte de ces accidents subits qu'on a vus survenir en cas d'anévrysmes carotidiens, elle est seule capable dans notre fait de faire comprendre l'apparition instantanée des accidents paralytiques.

Voici à peu près certainement comment les choses se sont passées. Au niveau du point mortifié de la paroi artérielle, avant la perforation, un caillot s'était formé, obturant en partie la lumière du vaisseau. Ce caillot, au moment de la rupture, modéra sans doute l'hémorrhagie, sans quoi le sàng se serait échappé avec tant de violence par la large brèche, que la mort eût été sans doute très-rapide.

On appliqua d'abord le doigt sur l'orifice, et rien ne s'ensuivit qu'une hémostase prompte. A l'arrivée de l'interne de garde, on leva le doigt et le sang ne repartit que quelques instants après, ce qui implique la présence en ce point d'un obstacle formé vraisemblablement par le caillot entier ou fragmenté.

La compression fut faite alors sur le bout cardiaque seul, un peu au-dessous de la perforation. C'est à peu près à ce moment que parurent les phénomènes de paralysie à gauche. C'est que très-probablement le caillot se divisa ; une partie resta dans la carotide primitive, où elle fut retrouvée à l'autopsie, et l'autre partie, parcourant la carotide interne, alla s'enfoncer dans l'artère sylvienne, qu'elle obtura complétement. C'est si peu au niveau de la ligature et postérieurement à elle que le caillot est parti, que l'on ne trouva ni au-dessus ni au-dessous des pinces hémostatiques la moindre trace de thrombose, ce qui n'a rien d'étonnant, les coagulums manquant de coutume dans les cas de ligatures faites *in extremis* et sur des sujets moribonds.

En résumé, si la théorie de l'embolie rend mal compte des accidents hémiplégiques consécutifs à la ligature de la carotide primitive, elle est seule acceptable dans le cas actuel, qui se rapproche, du reste, des cas où un caillot migrateur s'échappe soit d'un sac anévrysmal, soit des cavités cardiaques elles-mêmes.

M. LE Dr DRON

Chirurgien de l'hôpital de l'Antiquaille de Lyon.

INFLUENCE DE LA SYPHILIS SUR LES CICATRICES DE LA PEAU ET LE CAL DES FRACTURES

— Séance du 26 août 1875. —

La syphilis porte son action aussi bien sur les tissus accidentels de réparation que sur les tissus normaux de l'organisme. Ces faits sont peu connus, car il n'en est pas fait mention dans les chapitres consacrés aux maladies des cicatrices cutanées et osseuses des traités de pathologie. Les deux observations suivantes peuvent donc, pour cette raison, offrir quelque intérêt.

La première a trait à la lésion syphilitique d'une cicatrice de la peau suite de plaie d'arme à feu.

Un homme de 34 ans entra à l'hôpital de l'Antiquaille de Lyon, le 2 décembre 1874, pour une syphilis tertiaire caractérisée par des gommes suppurées du front et du cuir chevelu, et des douleurs ostéocopes du tibia. Il avait eu un chancre syphilitique en novembre 1871, suivi d'accidents secondaires pour lesquels il avait fait un traitement hydrargyrique et ioduré.

Cet homme avait été blessé à Gravelotte en 1870 et présentait des cicatrices au pouce gauche, à l'avant-bras et à l'épaule du même côté. La plus considérable, qui était celle de l'avant-bras, avait six centimètres de long sur quatre de large, était irrégulière, rayonnée, gaufrée.

Cette cicatrice, indolente et blanche quelque temps auparavant, était devenue douloureuse depuis peu de jours, s'était tuméfiée et présentait une coloration d'un rouge sombre. Ses saillies accrues rappelaient parfaitement l'image d'une syphilide tuberculeuse et commençait même à s'ulcérer.

Je pensais qu'il se faisait en ce point une infiltration du tissu cicatriciel par une production gommeuse syphilitique et que le traitement général par l'iodure de potassium réclamé par les autres accidents ferait justice de celui-ci. C'est ce qui arriva : quatre grammes du médicament donnés tous les jours amenèrent rapidement dans cette cicatrice la disparition de la douleur, la guérison de son ulcération, son affaissement et le retour à la coloration blanche du tissu cicatriciel. Quand il sortit de l'hôpital, le 18 janvier 1875, il était guéri de toutes

ses manifestations syphilitiques. Du reste c'était la seconde fois que sa cicatrice s'ulcérait. Une première ulcération, développée quinze mois après le début du chancre, avait mis six mois à se cicatriser. Peut-être alors, s'il n'y avait pas d'autres accidents syphilitiques concomitants, la nature de la lésion a-t-elle été méconnue au début de son traitement. On devra donc dans ces ulcérations rebelles du tissu cicatriciel penser à la syphilis et instituer une médication appropriée.

Ma seconde observation est relative à une lésion syphilitique du cal d'une fracture.

La syphilis peut-elle retarder, empêcher même la consolidation des fractures? c'est admis, et une observation publiée récemment par M. Ollier, où le cal n'est devenu solide chez un syphilitique qu'après l'administration d'un traitement spécifique, tend encore à le prouver. Le fait que je rapporte est d'un autre ordre : c'est un ramollissement, une désagrégation d'un cal déjà très-ancien sous l'influence du travail morbide de la syphilis.

Je ne connais pas d'observation semblable. Malgaigne cite des faits d'absorption ou de ramollissement du cal dû à différentes causes, mais ne parle pas de la syphilis. Il rapporte, d'après Mead, l'histoire d'un matelot qui, s'étant cassé la clavicule, fut assez bien guéri au bout d'un mois pour se servir de son bras comme auparavant. Mais, trois mois plus tard, en se suspendant par les bras, la clavicule se désunit et le cal devint comme au commencement. En même temps apparurent des symptômes de scorbut qui empêchèrent tout travail de consolidation, et ce ne fut qu'au bout de six mois et après la guérison du scorbut, que le cal reprit sa solidité. Il est question d'un fait à peu près pareil dans les Voyages de l'amiral Anson, et le docteur Budd paraît en avoir observé un troisième. Les fièvres graves ont aussi amené la disparition d'un cal déjà solide. La gangrène développée dans le voisinage d'une fracture de jambe récemment consolidée, a entraîné l'absorption du cal, dans une observation de Kirkbride. Mais la syphilis n'est pas accusée de méfait pareil. Voici cependant un fait qui démontre péremptoirement son influence nocive en pareil cas.

Un jeune homme de 26 ans entra à l'hôpital de l'Antiquaille de Lyon le 1er juillet 1874 pour une syphilis caractérisée par une éruption spéciale polymorphe : roséole et papules sèches du tronc, papules humides de l'anus, du scrotum, de la face interne des cuisses, plaques muqueuses des lèvres, du gosier, de la face interne du prépuce, pustules dans le cuir chevelu, chute des cheveux. Il avait eu, il y a trois mois, un chancre actuellement cicatrisé. Il y a six ans, il a eu un pre-

mier chancre accompagné de bubon suppuré, et qui n'a pas été suivi d'accidents secondaires pendant tout ce laps de temps.

Ce malade a reçu à la bataille de Sédan une balle dans la partie inférieure de l'avant-bras gauche qui fut traversé de part en part. Cette balle fractura le radius, et par la plaie on retira des esquilles. Après trois mois de traitement, la plaie était guérie, la fracture consolidée et le malade commençait à se servir de son bras. Le cal n'a jamais été très-volumineux, à peine remarquait-on du côté lésé une saillie un peu plus considérable que du côté opposé. Le malade a repris complétement l'usage de son membre supérieur gauche, sauf les mouvements de pronation et de supination. Il a éprouvé quelquefois, surtout au moment des variations de température, des douleurs légères au niveau de la blessure; mais ces douleurs passagères ne se sont jamais accompagnées de gonflement.

Le lendemain du jour de l'entrée du malade à l'Antiquaille, quatre ans après la fracture, sans nouveau traumatisme, sans cause externe appréciable, le cal commença à devenir douloureux et à se tuméfier. Le gonflement devint bientôt assez considérable, et l'on remarqua de la rougeur des téguments. Le 4 juillet, la circonférence du côté malade atteignit 22 cent., celle du côté sain étant 16. A la palpation, on trouve au centre du gonflement un point ramolli où l'on croit sentir de la fluctuation. Il n'y a d'ailleurs aucune autre douleur ostéocope, le malade ne se plaint pas de céphalée, et l'on ne constate nulle part de périostite ni d'exostose. On ne peut accuser le mercure d'avoir ramolli le cal : aucun traitement hydrargyrique n'a jamais été donné avant son entrée. Le malade ne peut plus soutenir son avant-bras; le poids de la main fait naître de vives douleurs au point affecté.

On place le membre malade sur une palette bien garnie de coton, et on l'assujétit avec quelques tours de bande peu serrés. Puis, aux 5 centigrammes de proto-iodure hydrargyrique donnés au malade depuis son entrée (1er juillet), on ajoute de l'iodure de potassium, qui de 1 gramme est porté progressivement jusqu'à 4 grammes.

Le 18 juillet, le gonflement a beaucoup diminué; on ne sent plus de fluctuation, presque plus de douleur. Le malade peut se passer de sa palette.

Le 20 juillet, l'amélioration continue; une légère salivation fait suspendre le proto-iodure hydrargyrique. Le malade prend 4 grammes d'iodure de potassium.

Il quitte l'hôpital le 13 août. Le cal est revenu à l'état normal; il est aussi solide que l'année précédente; il est parfaitement indolent et ne fait pas plus de saillie que par le passé.

Evidemment, il s'est fait dans ce cal un travail morbide qui, aban-

donné à lui-même, après l'avoir enflammé et ramolli, en aurait amené la désagrégation et l'absorption.

Les antécédents du malade, l'absence de toute cause traumatique, la marche de la maladie, la rapidité de la guérison par les spécifiques, tout porte à croire que la syphilis est la seule étiologie possible de la lésion de ce cal. Elle y a fait naître cette production désignée sous le nom de gomme, dont les éléments s'infiltrent à travers les tissus, les désorganisent, les désagrégent en déterminant la nécrobiose, et, s'il s'agit d'os, y amènent des nécroses plus ou moins considérables. Peut-être s'étonnera-t-on qu'une pareille lésion ait accompagné la poussée d'accidents secondaires. Mais nous n'en sommes plus à admettre d'une façon absolue la marche rigoureusement chronologique des manifestations syphilitiques de la superficie de la peau, à la profondeur des organes. Il est fréquent de constater, même au début des accidents secondaires, des lésions portant sur le périoste et les os. Que de fois la céphalée n'est-elle pas expliquée par une tuméfaction de quelques points de la boîte crânienne. D'ailleurs, l'histologie vient appuyer cette manière de voir en démontrant les mêmes éléments morbides dans l'induration du chancre, les plaques muqueuses et les gommes de la période tertiaire.

Il est donc certain que c'est sous l'influence de la syphilis que se faisait ce ramollissement du cal et que le meilleur appareil pour s'y opposer a été l'iodure de potassium.

Il sera donc urgent, toutes les fois qu'une fracture tardera à se consolider ou qu'un cal tendra à s'enflammer, se ramollir et se désagréger, de rechercher si la syphilis n'est pas cause de ce désordre morbide.

M. LE Dr PEREZ

De Laguna-Ténérife (Grande-Canarie).

MANIÈRE DE PRÉPARER LES ÉMIGRANTS POUR LES PAYS CHAUDS ET DE DIMINUER CHEZ EUX LES EFFETS DE LA CAUSE QUI PRODUIT LA FIÈVRE JAUNE

— Séance du 26 août 1875. —

Partant d'idées déjà exposées dans différents travaux adressés à l'Académie des sciences et à quelques journaux de médecine, spécialement au *Progrès médical* de Cadix, et dont je ne puis, attendu la briè-

veté du temps, m'occuper aujourd'hui, je désire seulement signaler au point de vue pratique quelques essais faits par moi dans le but d'atténuer les pernicieux effets du climat de l'île de Cuba sur les nombreux émigrants qui, de mon pays (les îles Canaries), vont chaque année dans la riche île du golfe mexicain pour s'y procurer un travail qui rémunère leur aptitude agricole, ce qu'un pays pauvre et très-peuplé comme le nôtre ne peut leur offrir.

D'une longue série de substances, toutes propres à amener une anémie analogue à celle qui s'observe chez les personnes qui ont habité longtemps les pays intertropicaux et non élevés sur le niveau de la mer, j'ai choisi pour mes expériences uniquement le café, l'arsenic et les préparations phéniquées, ainsi que certaines conditions dans la manière de vivre qui conduisent au même résultat d'anémie et d'hématose imparfaite. L'alcool et les préparations mercurielles sont venus, par les effets du hasard, se présenter à mon observation comme remplissant le même but. Bien d'autres corps encore pourraient le remplir, si les idées auxquelles je fais allusion sont basées sur des principes vrais.

Sans autre préambule, voici de suite quelques faits que je signale à la considération des honorables confrères qui me font l'honneur de m'accorder leur attention.

Un domestique, J. Arbelo, homme fort et jeune, originaire des montagnes de l'île que j'habite (Ténérife), devait se rendre à Cuba. Pendant deux mois, comprenant l'attente du départ et la traversée, il prit beaucoup de café et une solution d'arséniate de soude (0,10 centigrammes par litre), à doses progressives, mais jamais en grande quantité, c'est-à-dire jamais plus de quatre grandes cuillerées par jour.

Ce jeune homme, arrivé à la Havane au printemps de 1867, y conserva toute sa santé et traversa heureusement deux étés dans la ville et les environs, se livrant souvent à des travaux pénibles.

Ygnacio Delgado, jeune homme robuste, forgeron de son état, se rendit de Ténérife à Cuba au commencement de l'été de 1873. Il avait suivi le même traitement. Dès son arrivée, il fut atteint par la fièvre jaune, mais elle se montra très-bénigne.

Un haut employé d'une compagnie anglaise des chemins de fer de Cuba, bien connu dans nos îles, partit de Londres, en 1870, pour la Havane. Il se soumit, sur mes conseils, au régime indiqué et passa une année à son poste sans être malade, quoique l'épidémie eût régné cette année comme à l'ordinaire. Il revint en Europe et y vécut quelque temps, ayant ainsi recouvré son ancien état de respiration et d'hématose active. Retourné à la Havane en 1873, et se croyant à l'abri de la fièvre jaune, il négligea de suivre un nouveau régime préventif. Cette fois il tomba malade et fut en très-grand danger.

Voici un cas encore plus intéressant. Un élève marin, Fernando Pinto, partit l'année dernière au mois de mai, après avoir subi à terre le régime des préparations indiquées (café et solution arsénicale). A bord, durant sa traversée, il continua le même régime, prit en outre une solution phéniquée et eut soin, comme je le lui avais indiqué, de se tenir le plus possible dans sa cabine, très-mal ventilée et très-chargée de vapeurs phéniquées. L'effet de ce régime fut très-marqué, lui et son capitaine racontent qu'il pâlit beaucoup, que sa face bouffit, qu'une langueur très-marquée lui rendait le travail impossible vers la fin de son voyage, au point qu'on lui conseilla de suspendre ce régime. Il y tint cependant jusqu'à la fin. Arrivé à Cuba, il se sentit atteint de la fièvre, dont il sut reconnaître les premiers symptômes, et se fit conduire dans une maison de santé.

Son médecin, M. Gardillo, déclare qu'il a la fièvre sous une forme en apparence très-légère, mais, frappé des symptômes d'anémie qu'il observe et instruit du régime qui avait produit cet état, il fait visiter son malade par d'autres confrères, qui confirment l'idée de la bénignité de la pyrexie. Ce médecin me fait dire qu'avec quelques toniques le malade se rétablit promptement de la fièvre, et que c'était un des rares cas de guérison qu'il eut cet été, où la gravité de l'endémie fut exceptionnelle, puisqu'on compta dans quelques établissements une mortalité de 20 pour cent.

A son retour chez nous, les traces de l'anémie artificielle de ce jeune homme avaient complétement disparu.

Quelques jeunes matelots partis sous un régime mercuriel, m'ont paru avoir également une certaine immunité, ainsi que quelques hommes qui avaient l'habitude des alcooliques.

Si à ces observations on ajoute celles que nous offrent les différentes races humaines, en comparant leur état d'hématose propre ou physiologique avec leur susceptibilité pour contracter cette mauvaise fièvre, celles que les différences de sexe, d'âge, du lieu antérieur d'habitation, etc., nous offrent également sous le même point de vue, nous resterons convaincus qu'il est en notre pouvoir de préparer par des agents connus et désignés sous le nom d'anticombustibles, dans les travaux que j'ai cités plus haut, de préparer, dis-je, les hommes qui des pays froids ou tempérés vont dans des basses latitudes, à mieux supporter l'action de ces climats par une anémie déterminée volontairement et parvenue à un degré suffisant à l'époque de leur arrivée.

4e Groupe

SCIENCES ÉCONOMIQUES

13e Section

AGRONOMIE

PRÉSIDENT D'HONNEUR..... M. PÉLIGOT, Membre de l'Institut.
PRÉSIDENT..... M. P.-P. DEHÉRAIN, Professeur à l'École d'agriculture de Grignon.
VICE-PRÉSIDENT..... M. BOBIERRE, Directeur de l'École supérieure des Sciences, à Nantes.
SECRÉTAIRE..... M. ROUSSILLE, Professeur à l'École d'agriculture de Grand-Jouan.
VICE-SECRÉTAIRE..... M. DE LA BLANCHÈRE, Rédacteur du journal l'*Agriculture pratique*.

M. LÉVEILLÉ DE BAULAC

De Nantes.

SUR LA CONSERVATION DES BLÉS

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 20 août 1875. —

L'auteur conseille, comme moyens de conservation, d'établir dans les magasins déjà construits, d'espace en espace, sur les quatre faces, et à chaque étage, entre les murs et les planchers (tout en respectant les poutres et les supports), des ouvertures de 0m 15 à 0m 20 de longueur, qui permettront à l'air de circuler de bas en haut, en léchant les murailles. La solidité de l'édifice n'aura rien à redouter de ce système.

Dans les magasins à construire, les planchers devront être d'avance disposés avec ces mêmes ouvertures sur toutes les faces. Après avoir effectué ces ouvertures à chaque étage, il sera établi, sur chaque plancher déjà existant, un second plancher en toile métallique assez serrée pour retenir le blé.

Ce second plancher, composé de compartiments mobiles de 1m 30 à 1m 60 de largeur, reposant, dans toute la longueur des greniers, sur des pieds ou supports de 0m 20 à 0m 25 de hauteur, recevra lui-même le blé en grains.

Le nombre des compartiments métalliques à élever ainsi, dans la longueur de chaque grenier, dépendra de la largeur des bâtiments. Il devra exister, pour les

besoins du service, 1m 60 à 2 mètres au moins d'intervalle entre les divers compartiments porteurs du blé. Dans les magasins à plafonds élevés, et dans les cas d'urgence, on pourrait aisément dresser, à chaque étage, deux et même trois rangs de surplanchers métalliques, avec leurs blés en sillons, sauf l'appui de quelques supports nouveaux, pour résister au surcroît de pesanteur. L'installation des planchers métalliques, dans la longueur des greniers, a pour but principal la mise du blé en sillons, en donnant à ces mêmes sillons une base de 0m 55 à 0m 60 au plus.

On comprend que l'air conservateur circulera autour des planchers métalliques chargés de leurs sillons, au dessous et au dessus du blé, entretenu par ce moyen, toujours sec en hiver, et à une température toujours fraîche en été, à l'aide des ouvertures latérales régnant à chaque étage. Si nous ajoutons à ces ressources si simples, si économiques, dans les circonstances exceptionnelles d'humidité ou de chaleur, suivant les lieux et le climat, le concours d'un simple ventilateur, nous garantissons l'éternelle conservation de tous les blés du monde, même celle des blés les moins durs.

L'amoncellement des blés en vastes cônes ou monticules a le double inconvénient de prêter à la fermentation et d'offrir aux charançons une retraite sûre. Ce système fatal, devient, en outre, très-dispendieux, puisqu'il exige le travail incessant du pelletage, travail presque inutile contre le charançon, dont la larve, bien plus redoutable que l'insecte même, demeure scellée et paisible au sein même du grain, pour n'en sortir qu'à l'état parfait.

M. F. DE LA ROCHEMACÉ

Propriétaire à Couffé (Loire-Infre).

SUR LES ASSURANCES COMMUNALES EN NATURE CONTRE L'INCENDIE DES FOURRAGES ET LES ASSOCIATIONS CONTRE LA FRAUDE DES ENGRAIS

— Séance du 20 août 1875. —

Le péril qui menace le plus les agriculteurs des campagnes c'est le feu mis soit à leurs récoltes en barges, soit à leurs fourrages.

De toutes les vengeances c'est la plus aisée et la moins périlleuse, aussi est-ce la plus commune. Les annales judiciaires en font foi.

Dans un tel état de choses, n'existe-t-il pas un moyen de désarmer l'incendiaire en rendant sa vengeance illusoire, la faisant porter, par exemple, sur toute une commune? — Ce moyen c'est l'association communale en nature.

Je l'ai établie à Couffé le 30 novembre 1869, à Mésanger le 17 mai 1875 (1). La première association, comptant 104 exploitations, a eu

(1) Loire-Inférieure.

depuis six ans deux incendies à couvrir, le premier par 9 1/2 pour mille, le second par 11 1/2 ; total 21, ou valeur moyenne annuelle, trois et demi pour mille : c'est moins que les assurances à prix d'argent et l'incendié a l'avantage d'être indemnisé de l'intégralité de sa perte, moins sa part contributive, au lieu de recevoir une indemnité en argent qui n'est qu'une moyenne, la plupart du temps, et qui ne représente pas toujours le prix marchand dans ses fluctuations.

La diminution du fourrage dans une exploitation rurale c'est la *réduction de la fumure subséquente* et partant *celle des récoltes qui la suivent.*

Au point de vue plus élevé d'économie sociale, la cohésion des intérêts individuels dans la commune par l'association donne d'excellents résultats : c'est la pratique réglementée de la véritable fraternité chrétienne, l'oubli des querelles de famille à famille, de village à village ; c'est le développement de l'instruction agricole par les réunions annuelles, la propagation des meilleures méthodes culturales et des meilleurs engrais, par la discussion raisonnée du prix de ceux-ci.

Ce sont de précieux éléments de statistique et de contrôle des progrès obtenus, de conciliation dans les intérêts administratifs pour tous travaux en cours d'exécution dans la commune.

En un mot et dans bien des cas, c'est la substitution de l'union des intérêts collectifs à la division, la désunion et la discorde résultant, le plus souvent, de malentendus et de discussions partielles plus envenimées qu'éclairées.

A ces divers titres, cette modeste organisation pratique, qui se borne *à réparer un tort sans donner profit à personne,* moyennant les règlements ci-après, contrôlés par l'usage pendant six années, se recommande à l'Association française pour l'avancement des sciences : 1° par sa nationalité française et bretonne ; 2° parce qu'en agronomie elle marque le premier pas fait par les cultivateurs des campagnes vers l'association, cette puissance salutaire ou néfaste mais indéniable des temps modernes, et que c'est aux sociétés scientifiques qu'il appartient de venir en aide à l'action du temps dans la propagation des œuvres de progrès et d'utilité générale qui peuvent revendiquer pour exergue : *Labor et decus.*

SOCIÉTÉ D'ASSURANCES MUTUELLES CONTRE L'INCENDIE.

Devant Me N. et son collègue, notaires à , soussignés.

Ont comparu :

.....

Lesquels ont déclaré former entre eux l'Association agricole suivante :

ART. 1er. — Le but de la présente Société d'assurance mutuelle est pour chacun des sociétaires : 1° de se préserver de la perte par l'incendie de ses pailles, foins et

céréales en meules avant battage, la Société ne garantissant aucune autre perte ; 2° de se prémunir par une entente commune contre la fraude des engrais.

ART. 2. — En cas d'incendie chez l'un des sociétaires, chaque associé devra sa part contributive dans l'indemnité qui sera allouée à l'incendié et sera tenu de la charroyer au domicile de celui-ci au jour qui lui sera désigné après fixation de la quotité à fournir pour chacun des sociétaires.

ART. 3. — Le sociétaire qui aura perdu par le feu ses céréales en gerbes, ses pailles et foins, ou partie de ses pailles et foins ou de ses céréales en gerbes, devra être indemnisé de sa perte par tous les autres associés, moins sa part contributive.

ART. 4. — Après la prochaine récolte, toute meule de fourrage située à moins de douze mètres d'un logement quelconque ne sera assurée que pour moitié de son volume, tandis qu'elle comptera pour la totalité de ce même volume comme part contributive à fournir en cas de sinistre ailleurs.

Nota. — En cas d'impossibilité absolue par l'assuré de se conformer aux exigences de l'article quatrième, l'assuré en devra faire la déclaration au Directeur, qui lui donnera une licence spéciale qui lui permettra d'amulonner à une distance moindre.

Il est entendu que tous fourrages, pailles, foins ou céréales en gerbes qui se trouveront logés en grange ne seront point soumis à l'article quatrième.

ART. 5. — Survienne un incendie, le Directeur, à son défaut un membre du Conseil, doit être immédiatement appelé pour organiser les secours, mesurer l'emplacement des barges incendiées et procéder à l'expertise sur le vu des sous-tas, qui ne doivent pas être dérangés et suivant tous autres renseignements qu'il jugera utiles et qui ne peuvent lui être refusés.

Il procédera à cette enquête avec deux membres du Conseil, agréés par l'incendié.

Un expert rétribué, accompagné d'un membre du Conseil, à tour de rôle, fera la visite et l'estimation chez chaque sociétaire des produits similaires non incendiés ; il remettra son travail au Directeur, qui, d'après celui-ci, déterminera la part afférente à chacun, laquelle sera portée en double sur un registre à souche, pour la feuille volante et nominative être détachée et remise à chacun des associés, réunis à la mairie par une publication faite huit jours à l'avance dans la forme ordinaire.

Au jour dit, le Directeur, assisté d'un membre du Conseil, se trouvera au lieu du sinistre, pour y recevoir les apports et en donner quittance : ces apports ne peuvent être fournis qu'en nature paille, foins ou céréales, et jamais en argent.

ART. 6. — M. N. , promoteur et organisateur de la Société, met aux voix la nomination d'un Directeur et de dix membres d'un conseil consultatif : toutes ces fonctions sont gratuites et valables pour la durée de la présente société.

Les fonctions du Directeur et du Conseil consultatif sont de recevoir ou refuser de nouvelles adhésions, recueillir les déclarations annuelles de récolte, tant en foins qu'en céréales, décider quand il y aura lieu de convoquer les sociétaires, pour leur proposer de prendre toutes décisions qu'ils croiront utiles dans l'intérêt de la Société, même la dissolution de celle-ci.

Les décisions seront prises à la majorité relative des voix des associés présents et lieront tous les sociétaires, sous cette réserve expresse qu'il ne saurait être pris aucune décision si la moitié au moins des sociétaires n'est pas présente.

ART. 7. — En cas de mort d'un des membres du Conseil, le Directeur convoque les sociétaires, comme il est dit à l'article sixième, à l'effet de lui donner un successeur. En cas de mort du Directeur, les membres du Conseil convoquent une réunion générale dans le délai d'un mois, pour élire un nouveau directeur.

ART. 8. — Pourront être admises dans l'avenir à faire partie de la société, toutes personnes qui voudront adhérer à ses statuts, pourvu que le nouvel adhérent soit accepté par le directeur et le conseil, qui prononceront sans appel s'il y a lieu d'accepter ou de décliner l'offre d'association.

En cas d'acceptation, le nouveau sociétaire devra signer une adhésion au présent acte ; s'il ne sait écrire, faire signer cette adhésion pour lui par deux témoins sociétaires lui servant de caution, et payer un franc quatre-vingts centimes comme ci-après.

ART. 9. — Chaque membre aura à payer un franc quatre-vingts centimes de droit d'entrée, dont un franc pour coût du présent acte, et quatre-vingts centimes pour frais de registres et de l'expertise qui devra être faite à domicile une première fois,

et consignée sur un registre spécial. En cas de reliquat, celui ci demeurera à l'avoir de la société entre les mains du directeur-trésorier pour venir en atténuation du montant du coût de l'expertise en cas d'incendie.

Alors seulement chaque membre aura à payer pour l'expertise et dans le cas où elle serait jugée nécessaire, une rétribution qui sera déterminée par le conseil, et peut-être estimée de cinquante à soixante centimes par exploitation.

ART. 10. — Dans le cas de refus par un sociétaire de remplir les obligations auxquelles il s'est obligé par son adhésion à la présente société, le directeur devra réunir le conseil consultatif pour délibérer sur le refus et sur la décision à prendre à ce sujet.

Dans le cas où il serait décidé par le conseil et le directeur à la majorité relative qu'il y a lieu de poursuivre, le directeur aura tout pouvoir d'exercer les poursuites au nom et aux frais de la société : le membre poursuivi sera exclu de ce fait de la société après s'être acquitté envers elle.

ART. 11. — La durée de la société est de quinze années, qui commenceront du jour de la constitution et de la date du présent acte.

Il est expressément convenu que l'engagement aux présents statuts est personnel à celui qui le contracte, et n'engagera en rien ses héritiers : sa mort fera cesser de plein droit ses obligations vis-à-vis de la société ; de même celle-ci sera entièrement dégagée à l'égard de ses héritiers, s'il est mort sans avoir subi d'incendie. Le changement de domicile hors commune met fin à l'assurance.

Toutefois la veuve ou les enfants d'un sociétaire mort, qui préféreraient continuer l'association et en feraient la déclaration dans le délai d'un mois, seraient admis sans frais à dater du jour de leur déclaration expresse ; l'effet d'assurance ayant été suspendu entre la mort et l'option déclarée.

ART. 12. — A l'unanimité ou la majorité des voix ont été élus :
Directeur de la société : M. d.
Membres du conseil : MM. N.

ART. 13. — Chacun des associés devra faire au directeur et aux membres du conseil au jour désigné après récoltes par une double publication, faite huit jours à l'avance, la déclaration annuelle des douzaines de gerbes de sa récolte, des charretées de foin recueillies par lui, pour servir de bases de répartition tant à son profit qu'à sa charge, suivant les circonstances, et pour la part contributive incombant à chacun. Cette base d'appréciation peut parfois remplacer l'expertise pour tous autres cas que l'incendie si elle est sanctionnée par un vote et si l'accident a suivi de près la récolte.

A la première expertise le sociétaire devra, pour l'établissement des renseignements utiles, fournir ceux de sa contenance d'exploitation, de ses emblavures moyennes et du nombre de ses bestiaux.

L'indemnité due au sociétaire incendié sera fixée par la perte qu'il aura subie et celle-ci déterminée ainsi qu'il est dit à l'article cinquième.

ART. 14. — La présente Association comprend également l'achat en commun des engrais au mieux des intérêts des sociétaires et les garanties à prendre contre la fraude desdites marchandises ; des pouvoirs annuels seront, à cet effet, donnés au Directeur et aux membres du Conseil.

Election de domicile :

Pour l'exécution des présentes, les parties font élection de domicile à
en l'étude de Me l'un des notaires soussignés.

Dont acte :

Fait et passé au bourg communal de en l'une des salles de la mairie, l'an

M. BOBIERRE

Directeur du laboratoire départemental de chimie agricole.

COMPTE RENDU DES TRAVAUX DU LABORATOIRE DE CHIMIE AGRICOLE PENDANT L'EXERCICE 1874-1875 (1)

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 20 août 1875. —

M. Bobierre rend compte des travaux du laboratoire départemental de chimie agricole qu'il dirige, pendant l'année qui vient de s'écouler. Ce laboratoire est alimenté par les fonds du Conseil général, qui lui alloue 2,000 fr. par an; sur cette somme sont à faire tous les frais nécessaires; aussi, pour augmenter cette minime subvention, le laboratoire est-il obligé de faire payer les analyses qu'on lui demande : un dosage d'azote se paye 5 fr., un dosage d'acide phosphorique, 5 fr., etc. Cependant, toute demande d'analyse venant des cultivateurs directement et portant le cachet de la mairie, est exécutée gratuitement.

Le laboratoire de chimie agricole de Nantes est le premier fondé, et à ce point de vue il est un des plus intéressants de notre pays.

Tel qu'il est, le laboratoire est modeste; mais il faut reconnaître qu'il s'y fait cependant beaucoup de besogne. M. Bobierre, le directeur, est secondé par un aide qui reçoit 1,200 fr. sur la subvention du Conseil général; le reste, plus 1,200 à 1,500 fr., produit des analyses des négociants, est absorbé par les frais. Cependant, en 1875, on a fait 554 analyses; en 1874, il n'y en avait eu que 430, et en 1873, seulement 383; il y a donc progression évidente; les consommateurs et les vendeurs veulent également s'éclairer sur la valeur de leurs transactions. Le nombre des analyses gratuites, pour cultivateurs, a été de 131 contre 114 l'année dernière, et 99 en 1873.

M. BRUNETEAU

Avocat à Nantes.

DE L'INFLUENCE DE LA CONCURRENCE DES BLÉS ÉTRANGERS POUR L'EXPORTATION FRANÇAISE; MOYENS D'Y REMÉDIER

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 20 août 1875. —

M. Bruneteau fait remarquer que la constance presque absolue du prix du blé provient surtout de ce que le monde entier est devenu un grand marché, qui tend

(1) Voir le rapport du directeur au Conseil général de la Loire-Inférieure, session de 1875, et *Journal d'Agriculture pratique*, 9 septembre 1875, page 340.

à se régulariser de lui-même. Est-il possible que la France puisse, sans épuiser la terre, lutter contre les importations de blé venant d'Amérique ; par exemple, où la terre se vend peu de chose, où le sol n'est pas épuisé ? L'auteur pense que l'agriculture française ne peut faire une sérieuse concurrence à l'étranger qu'en devenant *industrielle* d'une manière générale, comme le sont devenues les cultures de la betterave et de la vigne.

M. E. FRÉMY

Membre de l'Institut, professeur au Muséum d'histoire naturelle,

ET

M. P.-P. DEHÉRAIN

Professeur à l'École de Grignon, aide-naturaliste au Muséum d'histoire naturelle.

RECHERCHES SUR LES BETTERAVES A SUCRE (1)

EXTRAIT

— Séance du 20 août 1875. —

M. DEHÉRAIN, en son nom et au nom de M. Frémy, donne connaissance des résultats de leurs recherches sur les betteraves à sucre.

En résumé, les faits observés pendant cette première campagne permettent de poser les conclusions suivantes :

1° Les betteraves peuvent arriver à un développement normal dans un sol absolument privé d'humus, à la condition d'être arrosées régulièrement et de recevoir des engrais renfermant de l'azote, de l'acide phosphorique, de la chaux et de la potasse.

2° Si l'on ne considère que le développement de la betterave, la forme sous laquelle l'azote est employé paraît indifférente ; l'azotate de soude, l'azotate de potasse, le sulfate d'ammoniaque, la matière organique azotée, exercent tous une action manifeste.

3° Les betteraves cultivées dans un sol artificiel agissant comme un support et alimentées par des engrais chimiques convenablement choisis, peuvent contenir jusqu'à 18 p. 100 de sucre.

4° La nature du sol ne paraît pas exercer d'influence sensible sur le développement des betteraves : on a obtenu les mêmes résultats dans des sols formés de silice pur, de calcaire ou d'un mélange de silice, de calcaire et d'argile.

5° Les faits qui ont été observés cette année paraissent établir que les betteraves riches en sucre sont pauvres en matières albuminoïdes, tandis que les betteraves qui contiennent une forte proportion de substance azotée renferment peu de sucre.

Si donc il est important dans la culture de la betterave de choisir avant tout une graine de bonne nature, il faut savoir aussi qu'on peut obtenir de mauvaises betteraves lorsque les bonnes graines sont semées dans un sol qui contient une proportion exagérée d'engrais azotés.

(1) Le travail a été inséré *in extenso* dans les *Annales agronomiques*, t. 1, n° 2.

EXCURSION A L'ÉCOLE D'AGRICULTURE DE GRAND-JOUAN ET AU DOMAINE DU FOIE-DES-BOIS

EXTRAIT DU PROCÉS-VERBAL

— 21 août 1875. —

Les membres de la section d'agronomie ont exécuté, le 21 août 1875, une excursion spéciale à l'école d'agriculture de Grand-Jouan et au domaine du Foie-des-Bois. Nous réunissons ci-après les principaux renseignements sur ces deux importants établissements.

Ce fut en 1826 que M. Rieffel, élève de Roville, homme énergique et persévérant, arriva sur le domaine de Grand-Jouan comme gérant d'une société qui avait pour programme le défrichement des landes. Le domaine renfermait de 400 à 500 hectares de ces landes qui, à une petite distance de tous les villages, couvraient tout le pays. A partir de 1833, le conseil général du département de la Loire-Inférieure accorda à cette ferme modèle une subvention de 5,000 fr., à condition que vingt élèves pauvres, de quinze à dix-huit ans, y recevraient l'instruction primaire et seraient en même temps formés au travail agricole. Ce fut une œuvre de dévouement et de patience ; M. Rieffel parvint à défricher tout le domaine ; il fonda, comme l'avait fait Mathieu de Dombasle à Roville, une fabrique d'instruments aratoires et un institut supérieur d'agriculture ; sous le titre de l'*Agriculteur de l'Ouest*, il publia longtemps un recueil agricole du plus haut intérêt.

En vertu d'un arrêté du 9 mars 1842, son institut fut reconnu par le ministère, qui fixa d'abord à 26,000, puis à 30,200, enfin à 36,980 fr. la subvention annuelle destinée à payer les professeurs et un certain nombre de bourses pour les élèves.

Après diverses phases critiques, Grignon, Grand-Jouan, la Saulsaie, passèrent à la charge complète de l'Etat sous le nom d'*écoles régionales*, par suite de l'exécution du décret du 3 octobre 1848. Les instituts déjà existants eurent des circonscriptions. Grand-Jouan avait la Loire-Inférieure, l'Ille-et-Vilaine, le Morbihan, le Finistère, les Côtes-du-Nord. Puis, tout à coup, un décret ferma l'institut de Versailles, et les écoles régionales devinrent des écoles nationales d'agriculture.

Ces écoles ont fait beaucoup de bien, malgré leurs vicissitudes, elles en font encore beaucoup, nous n'en voulons pour exemple que l'état actuel du pays autour de Grand-Jouan.

Il y a quarante-cinq ans, tout était lande ; dans le seul canton de Nozay, où se trouve l'école, 10,000 à 16,000 hectares de ces landes ont été défrichés et transformés en fermes qui se louent aujourd'hui 50 fr. l'hectare : avant le défrichement, l'hectare se louait 20 sous !...

Nous avons été heureux d'entendre M. Louis de la Haye-Jousselin, lauréat de la Loire-Inférieure pour la prime d'honneur de 1874, rendre lui-même justice à

Grand-Jouan, à ses remarquables transformations, et reconnaître loyalement l'utilité notable qu'a eue pour lui le voisinage de cette grande école.

Les chiffres disent tout. Le produit en froment de 1874 s'est élevé, dans un grand nombre de fermes, à 30 hectolitres par hectare ; il est impossible de distinguer sur leur sol ce qui fut lande jadis. Tout le pays est morcelé, coupé de fossés, assaini, labouré d'après les meilleures méthodes, planté d'arbres forestiers et de pommiers de la plus belle venue. Au lieu des landes de Grand-Jouan, ce ne sont que champs en plein rapport, châtaigneraies en pleine production ; sur les talus des fossés, de jeunes chênes pouvant déjà être exploités comme bois d'industrie. Tout autour de l'habitation, s'étendent des jardins immenses plantés des meilleurs fruits, des pépinières, etc.

Ce qui n'est pas moins curieux à constater, c'est l'influence de l'école sur le bétail des environs. A la place de l'ancien bétail breton, se trouve maintenant la race parthenaise. Les plus beaux de ces animaux de travail, — et chez presque tous les fermiers on en rencontre dont la paire vaut de 900 fr. à 1,000 fr., — sont achetés par les cultivateurs des environs de Paris, la presque totalité des autres est dirigée sur le marché de Poissy.

Les petits chevaux des landes bretonnes ont été remplacés par des animaux dont la valeur va toujours en augmentant. La transformation est devenue rapide, surtout depuis une quinzaine d'années, parce que l'école a reçu une station des étalons de l'Etat. Chaque fermier possède maintenant au moins une poulinière, et il n'est pas rare de voir la deuxième année des poulains se vendre 600 et 800 fr.

Les moutons ne sont pas restés en arrière ; ils ont maintenant acquis un poids double de celui de l'ancien temps. Beaucoup de croisements ont été faits avec les southdowns, purs ou non ; l'habitude du pays est de vendre les moutons la seconde année.

L'élevage du porc craonnais se fait à l'exclusion du porc anglais ; il réussit mieux dans le pays ; cet élevage est considérable et donne lieu à une exportation des plus importantes.

Ces améliorations suivies et continuées ont changé non-seulement la face du pays, mais l'importance de ses débouchés. Nozay, qui était un petit village autrefois, est aujourd'hui devenu un centre de commerce important pour les grains et les engrais, car l'usage des engrais commerciaux est entré dans les habitudes de tous, métayers comme fermiers, sans exception. Ce n'est pas tout : à Nozay s'est aussi centralisé le commerce du beurre et des œufs, qu'on exporte non-seulement pour la France, mais pour l'Angleterre. Ce commerce est devenu très-important depuis l'ouverture des chemins de Redon à Rennes et de Rennes à Saint-Malo, et il s'accroîtra incontestablement par la construction et l'ouverture, en 1878, d'une ligne de petite communication qui reliera le chemin de l'Ouest à celui d'Orléans, avec une gare dans le voisinage de Nozay. Nous appelons franchement de nos vœux l'ouverture de cette ligne qui dotera Grand-Jouan d'un accès plus facile que celui que, depuis quarante-cinq ans, possède la pauvre école. A la vérité, les routes sont maintenant excellentes, et autrefois elles étaient pitoyables, mais il n'en faut pas moins faire sept ou huit lieues, sur l'Erdre, en bateau à vapeur, jusqu'à Nort, et de là, dix-huit à vingt kilomètres en voiture, ce qui semble dur aux

dévouements les plus fermes, et ce qui empêche Grand-Jouan d'être visité comme il le mérite.

Le champ d'étude de l'école comprend un jardin botanique, un jardin forestier, des pépinières forestières et une collection des principales plantes cultivées ; dans ce champ d'étude, chaque élève reçoit une certaine surface dont il dirige la culture comme bon lui semble, et sur laquelle il fait des expériences et des observations dont il rend compte au professeur.

C'est avec un légitime orgueil que l'excellent directeur, pendant la visite du 21 août dernier, a conduit la section d'agronomie aux vastes hangars où se trouve, dans un ordre parfait et méthodique, la collection de tous les instruments aratoires les plus perfectionnés de l'époque. Charrues, herses, scarificateurs, semoirs à graines et à engrais, bineuses Garrett, locomobiles, manéges, faucheuses Wood, moissonneuses Samuelson, faneuses Howard, etc., etc. On arrive dans la grande galerie fermée qui fait suite, et dans laquelle on passe en revue des spécimens intéressants des meilleurs pressoirs, tarares, trieurs, coupe-racine, hache-paille, concasseurs, etc... Une machine à fabriquer les tuyaux de drainage de Clayton ; autour d'elle, des collections d'outils de drainage et d'irrigation, des appareils à fabriquer le fromage, le beurre. Voici des collections de faulx, faucilles, sapes, outils de jardinage, sécateurs, cisailles, échenilloirs, etc., etc... A la suite, le rucher et ses accessoires. Au fond, des modèles de roues hydrauliques, des modèles en plâtre de versoirs, des collections de tuiles, carreaux, objets divers en asphalte, en béton aggloméré, etc., et tout autour, le long des murs, des cartons d'histoire naturelle, des dessins de machines, etc., etc...

La bibliothèque comprend 6,000 volumes, et les ouvrages les plus récents sur tout ce qui se rattache à la science agricole et à l'économie politique sont à la disposition des professeurs et des élèves.

Ce qui frappe dans ce musée, c'est la disposition adoptée pour le rangement des objets composant ce musée spécial à l'enseignement de la maison. Chaque professeur y trouve, rangés dans des armoires, les objets nécessaires pour les démonstrations de ses cours. A une extrémité de la salle, on trouve une belle collection d'instruments de physique, et, parmi eux : presse hydraulique, bélier hydraulique, pompes de divers genres, instruments et modèles pour le génie rural, niveaux, boussoles, instruments d'arpentage. Dans d'autres armoires, des collections de bois, de fruits, d'insectes, de squelettes, d'animaux empaillés, de laines, en un mot d'histoire naturelle appliquée, une très-riche collection de minéraux, et un herbier de toutes les plantes du canton.

Le laboratoire de chimie est organisé de façon que tous les élèves d'une promotion puissent travailler ensemble ; chaque élève a ses appareils et sa boîte à réactifs dont il est comptable, et qu'il renferme dans une armoire dont lui seul a la disposition. Les élèves sont de trois ordres : internes, externes, ou auditeurs libres. Chaque interne a sa chambre, et l'installation est très-convenable.

Avec les ressources d'enseignement et le personnel dont elle dispose, l'école nationale d'agriculture de Grand-Jouan peut donner à ses élèves une instruction très-solide, et l'on trouve tant en France qu'à l'étranger, un grand nombre de sujets qui font honneur à l'établissement d'où ils sont sortis. L'enseignement théorique y est heureusement complété par la pratique manuelle et par des excursions botaniques, forestières, géologiques, zootechniques, etc...

En somme, la treizième section est partie émerveillée et enchantée de la visite qu'elle a faite, et elle est partie à regret, remerciant les professeurs et le directeur de la réception cordiale et toute sympathique qu'ils lui avaient ménagée.

De l'École de Grand-Jouan, les membres de la 13e section se dirigèrent vers le château du Foie-des-Bois, appartenant à M. Louis de la Haye-Jousselin, pour visiter ses exploitations, qu'il avait bien voulu ouvrir aux investigations des membres du Congrès et qui ont obtenu la prime d'honneur au concours régional de 1874. On arrive de Grand-Jouan, par Derval, village à mi-côte, et, de là, on voit le château s'élever, en face, presque au sommet d'une colline riante, dominée par une futaie de chênes magnifiques; cette futaie, œuvre du père du propriétaire actuel, montrera ce que peut le bois dans un sol privilégié, et la propriété tout entière montrera, elle, ce que peut un homme de grande intelligence, quand il est perpétué dans sa famille par un esprit élevé, un savoir réel qui adopte ses vues et donne à ses plans une suite telle que les progrès de la civilisation l'indiquent.

Nous donnons, d'après les renseignements qui nous ont été communiqués, une courte notice historique sur ce domaine.

La propriété du Foie-des-Bois est une terre patrimoniale possédée par la famille actuelle depuis près de deux siècles. Lorsqu'elle échut en partage au père de M. de la Haye-Jousselin, elle était presque tout entière sous bois et sous lande. La partie cultivée ne se composait que de trois corps de ferme dépourvus de bâtiments et formés d'une quantité très-restreinte de terre labourable divisée en petits champs mal cultivés et où les fermiers semaient alternativement du seigle et du sarrazin ou blé noir. A cette époque, on ne voulait pas croire à la réussite du froment dans les terres du pays; personne même n'eût songé à l'essayer; il en était de même de toutes les terres analogues du département de la Mayenne. Ces champs étaient plantés de nombreux pommiers qui fournissaient des fruits en abondance, et, malgré le prix peu élevé du cidre, cette récolte devait être considérée comme une des meilleures sources de revenu de la terre. Les quelques animaux formant le maigre troupeau de ces métairies ne vivaient que du pâturage qu'ils trouvaient sur les landes ou dans les bois au milieu desquels ils étaient lâchés.

Tel était l'état de la petite propriété du Foie-des-Bois, analogue à cent autres dans la région. Sur cette propriété, M. de la Haye-Jousselin fit bâtir le château actuel, il s'y fixa, et c'est alors qu'il pensa à améliorer sérieusement son domaine, en faisant la seule chose qui était alors possible, vu les ressources dont il disposait et l'époque où il se trouvait. Il entreprit de semer en bois une partie des landes qu'il possédait, et il acheta à vil prix, à raison de 50, 80 et 100 fr. l'hectare les terres incultes qui se vendaient autour de sa propriété et que personne alors ne songeait à défricher.

La propriété du Foie-des-Bois est située dans la partie sud-ouest de la commune de Derval, chef-lieu du canton de ce nom, arrondissement de Châteaubriant. Le sol de ce canton est généralement stérile et ingrat, l'agriculture peu avancée. Outre le Don, que l'on traverse entre Derval et le château, et la Chère, quelques ruisseaux sillonnent son territoire. Les parties nord-est et sud-ouest sont les plus boisées.

L'ensemble de ce canton est généralement plat, légèrement accidenté en certains endroits. La partie nord repose sur un sol argilo-schisteux; la partie sud, dans laquelle est compris le domaine du Foie-des-Bois, est composée d'argile, de sable et de graviers anciens et modernes.

Le canton de Derval est traversé par la route nationale de Bordeaux à Saint-Malo, par la route départementale de Châteaubriant à Redon, et par un grand nombre de chemins vicinaux dont plusieurs sont encore inachevés. Ce chef-lieu est éloigné de 51 kilomètres de Nantes, de 24 kilomètres de Châteaubriant, de 25 kilomètres du canal de Nantes à Brest, de 20 kilomètres de la gare de Beslé (chemin de fer de Rennes à Redon). Il est éloigné de 8 kilomètres du marché de Fougeray, de 12 kilomètres de celui de Nozay. Cet éloignement des marchés a engagé M. Louis de la Haye-Jousselin, en qualité de maire de Derval, à créer un marché dans cette localité; ce marché, qui réussit fort bien, fournira au pays une grande facilité pour l'écoulement de ses produits.

Le canton se compose de six communes; sa population est de 11,387 habitants; sa superficie est de 22,961 hectares. Les landes occupent encore plus du tiers du sol; mais, en général, elles pourraient être livrées à la culture forestière et semées de chênes, de châtaigniers et surtout de pins. Une assez grande quantité serait avantageusement convertie en terres labourables et en prairies.

La journée d'homme non nourri se paye 1 fr. 50 d'avril à octobre, et 1 fr. 25 d'octobre à avril. Les ouvriers tels que charpentiers, maçons, charrons, etc., gagnent 2 fr. et 2 fr. 50 par jour. La journée de femme non nourrie se paye 1 fr. en toute saison. Les domestiques à gages, logés, nourris et blanchis, gagnent : un valet de ferme, 200 fr.; une servante, de 90 à 100 fr.

Le canton de Derval produit surtout une grande quantité de sarrazin ou blé noir, un peu de seigle, du froment, des châtaignes et relativement peu de plantes fourragères et de foin. La production des céréales est peu importante, car un hectare en froment ne produit pas plus de 9 à 10 hectolitres. Ce faible rendement est dû à la grande quantité de sarrazin cultivé, au manque d'engrais fertilisants, à la culture peu intelligente et à l'assolement biennal. Sur le faire-valoir du Foie-des-Bois, au contraire, grâce à l'assolement, aux labours profonds et aux fumures énergiques, le rendement du froment à l'hectare n'est pas moindre de 28 à 30 hectolitres.

Le domaine est limité par la route nationale de Nantes à Rennes, et par le chemin de grande communication de Fégréac à Oudon. Il communique avec ces voies importantes par des *chemins privés* faits aux frais du propriétaire, sur une longueur totale de 19 kilomètres; sur lesquels 15 kilomètres sont macadamisés et toujours entretenus par lui en parfait état; 8 kilomètres sont rigolés et bombés. Il est entièrement compris dans le bassin du Don. Il est plutôt plat qu'accidenté, et, au point de vue géologique, formé d'argile, de sable et de graviers; on y rencontre des scories de fer. Le sol est généralement humide, et subit l'influence fâcheuse des gelées tardives qui nuisent beaucoup à la végétation.

Le domaine actuel comprend :

Une *partie forestière,* d'une étendue de 611 hectares environ, plantés d'arbres de diverses essences, tels que chênes, châtaigniers, bouleaux, pins sylvestres et maritimes;

Une partie *soumise au métayage,* qui se compose de 370 hectares exploités par quatorze métayers, d'un moulin à vent et deux borderies louées à prix d'argent et formant un ensemble de 30 hectares;

Enfin, d'un *faire-valoir direct* qui contient, en outre de la *partie forestière,* 40 hectares, sur lesquels 20 hectares en prairies naturelles et 20 hectares en terres labourables.

Nous allons tout d'abord emprunter aux livres de M. de la Haye-Jousselin le rendement et le détail de la *partie forestière du faire-valoir,* nous arriverons tout naturellement après aux moyens employés.

L'étendue des bois, de 611 hectares, comprend : 11 hectares en futaies de chênes, 216h.38 en futaies de pins, 335h.28 en taillis de chênes, et 48h.72 en taillis de châtaigniers.

Il y a, en outre , des avenues plantées de châtaigniers de divers âges, tous greffés des meilleures espèces, lesquels produisent annuellement des fruits.

Les produits des bois se résument, pour l'année 1872, de la manière suivante :

Futaie de chênes.	
Bois de cordes et fagots provenant des nettoiements et des élagages....	1.200
Bois de pins.	
Abatage de 3 hectares par an pour être remplacés par d'autres cultures, à 1,400 fr. par hectare.....	4.200
Bois de cordes résultant des éclaircies faites chaque année dans différents massifs de pins, 400 cordes vendues 12 fr. la corde.....	4.800
Produits de différents bois vendus pour constructions locales et poteaux de mines.....	6.000
Landes fournies pour litières.....	450
Taillis de chênes.	
Aménagés à dix-huit ans et donnant lieu, tous les ans, à des coupes de 18h.64 dont le produit, à l'hectare, est de 425 fr.....	7.922
Taillis de châtaigniers.	
Aménagés à sept ans et donnant, annuellement, une surface exploitée de 3h.48, rendant en moyenne 200 fr. à l'hectare par an.....	4.872
Châtaignes ou marrons.....	1.200
Total des recettes.....	30.644

Dépenses.	
Pour la fabrication de 400 cordes de bois de pin, à 2 fr. 25 l'une.....	900
Pour 500 journées d'élagage à 1 fr. 75.....	875
Pour la cueillette des châtaignes.....	115
Impôts divers.....	700
Frais de gardes, entretien de barrières et chemins.....	1.000
Total des dépenses.....	3.790

Déduction faite des dépenses, le produit net des bois est de 26,854 fr. par an, soit 44 fr. par hectare, en y faisant entrer toutes les futaies, chênes et pins, qui ne donnent, sans la valeur du bois debout, qu'un produit de nettoyage presque nul.

Arrivons maintenant à la *partie forestière* de l'exploitation de *Foie-des-Bois :* elle forme à peu près la moitié des revenus. Ici laissons la parole à M. de la Haye-Jousselin :

« J'administre seul cette partie de la propriété, au moyen de simples gardes ; je fais moi-même tous les marchés, et je surveille l'exploitation des coupes, qui sont variées, par suite des diverses essences forestières qui croissent sur le domaine.

» J'ai aménagé mes coupes de taillis à dix-huit ans, car j'ai reconnu par l'expérience et le calcul que c'était à cet âge que ceux-ci étaient les plus productifs. L'abatage des coupes se fait à deux fois différentes, — excellente mesure que, malheureusement, l'État ne peut imiter, mais qu'un particulier ne doit jamais négliger ! — commençant par un nettoyage qui enlève tous les bois blancs. Il est facile ensuite de choisir des baliveaux bien conformés ; j'en conserve un grand nombre à l'hectare, cette quantité même pourrait paraître trop considérable et sembler nuire à la végétation du taillis, si je n'avais le soin de les faire répartir également et de les *faire élaguer,* d'après la méthode des Cars. L'*élagage* se pratique en grand sur la propriété. Pour opérer ce travail, j'ai choisi parmi mes journaliers les quatre ou cinq plus jeunes et les plus alertes que j'ai dressés. Cette opération, que je fais exécuter sous ma direction et à la journée, est faite d'une manière convenable, à l'aide de hachettes, dites hachettes carrées d'élagueur, et les bois en résultant suffisent aux besoins du château.

» L'humidité et la trop grande quantité d'eau nuisant à la végétation, j'ai fait pratiquer des rigoles d'assainissement partout où le besoin s'en est fait sentir. Les places vagues existant dans les bois ont été successivement repeuplées, soit au moyen de semis de pins maritimes, soit de glands semés avec des graines de pins, soit de plantations de pins sylvestres. Toutes les routes servant à l'exploitation des bois sont entretenues en très-bon état. Les taillis de châtaigniers, quand ils sont bien établis, fournissent, dans ce pays, le meilleur rendement possible. Je me suis attaché à en créer la plus grande étendue possible. Ils sont aménagés à sept ans et rapportent, en moyenne, 1,400 fr. à l'hectare, soit 200 fr. par hectare et par an.

» Pour les constituer j'emploie, selon les terrains, trois manières différentes :

» 1° Le semis de châtaignes proprement dit, avec une moyenne de 10 hectolitres de semence à l'hectare ;

» 2° Le semis de châtaignes mêlées de graines de pins, avec huit hectolitres de châtaignes et 80 litres de graines de pins ;

» 3° Les plantations de plants de châtaigniers, avec dix mille pieds à l'hectare, soit un pied par mètre carré. »

Aux yeux de M. de la Haye-Jousselin, cette dernière manière de procéder présente une certitude beaucoup plus grande, dans les conditions spéciales où il opère. Il sème en pépinière et replante âgé de deux à trois ans. Trois ans après, à cinq ou six ans, il recèpe ; puis à sept ou huit ans il coupe et laisse pousser en taillis. La première coupe est déjà considérable, sept ans après, mais la troisième arrive au maximum, et il a été créé ainsi en vingt ans un taillis en *plein rendement,* ce qui est un résultat magnifique.

Un semis de châtaigniers ne réussit bien dans ces terres que lorsqu'elles sont absolument usées de fumier ; sans cela les vers blancs et autres ennemis ne laissent ni graines ni plants, et l'opération est manquée : temps perdu, argent perdu, peine perdue. Il faut donc attaquer les semis à fin de rotation, et s'y préparer

quelques années d'avance par des cultures épuisantes et surtout couvrant le sol de manière à laisser celui-ci aussi propre que possible. Dans ces conditions, le semis réussit toujours.

Le dernier mode de plantation est le plus coûteux, mais il a l'avantage de permettre au propriétaire de jouir plus vite de la châtaigneraie. Les façons assez nombreuses, telles que binages, etc., à donner à ces jeunes plants sont faits avec soin et souvent répétées : elles sont très-simplifiées en établissant les plants en ligne avec un espacement régulier qui permet d'entretenir la propreté du sol en faisant passer la houe à cheval entre les lignes, comme pour des plantes sarclées. C'est dans de telles conditions que M. de la Haye-Josselin plante maintenant toutes les nouvelles châtaigneraies, et on ne saurait trop recommander son mode simple et économique de sarclage.

Tous les terrains impropres à la création des châtaigneraies ont été semés de pins, et le long des chemins et dans certains massifs on trouve des traces non équivoques de gemmage. *Du gemmage* en Bretagne! Aux questions qui lui ont été faites à ce sujet, M. de la Haye-Jousselin a répondu : — « Les pins que vous voyez ont été plantés par mon père pour remplir des vides dans les bois ; je les voyais arriver à l'âge d'exploitabilité quand l'idée me vint que, bois de feu pour bois de feu, je pouvais bien essayer de récolter la résine avant de le mettre en corde. — Je fis donc venir des landes de Gascogne un maître gemmeur et ses aides qui se mirent à l'ouvrage. On gemma à trois et quatre taillis, on peut dire presque à *mort,* et je recueillis une superbe récolte de résine. Mais mes pins, qui n'avaient jamais été touchés auparavant, ne s'affaiblirent point ; leur vigueur reprit le dessus ; vous les voyez aussi beaux que par le passé. .. J'ai donc en perspective un second gemmage, cette fois à *mort,* dont je suis très-curieux de voir le rendement, mais qui certainement ne sera point à dédaigner, et après lequel mes pins seront extraits par forme de nettoiement. Ce sera pour cette année.

» J'ai successivement, termina M. de la Haye-Jousselin, fait planter depuis douze ans, soit en avenues, soit en verger, un grand nombre de pommiers et de châtaigniers. Le nombre des premiers, auxquels j'applique le chaulage avec succès, s'élève à plus de 2,500, et celui des derniers à 5,300 pieds environ.

» Les pommiers, dans ce pays, ne sont assujettis à aucun soin ; ils donnent beaucoup de bois, et des fruits en assez grande quantité, mais ces fruits sont grêles et petits et ne fournissent que peu de jus. Pour remédier à cet inconvénient, je fais élaguer mes pommiers, et je leur donne intérieurement de l'air et de la lumière en supprimant les branches inutiles ; de cette manière, j'obtiens des fruits beaucoup plus beaux, plus gros et rendant plus de cidre. »

Un rapport émanant du Concours régional contient nombre de renseignements intéressants que nous ne pouvons même résumer ici, et pour lesquels nous renvoyons au rapport même.

M. C. HUBERT

Instituteur à Pornic (Loire-Inférieure).

SUR L'AGROMÈTRE (1)

— Séance du 23 août 1875. —

M. H. DE LA BLANCHÈRE

DE L'AQUICULTURE AMÉRICAINE APPLIQUÉE AU REPEUPLEMENT DE LA LOIRE, ET DU ROLE DE L'ERDRE DANS CETTE OPÉRATION

— Séance du 23 août 1875. —

I

Messieurs,

Vous avez insisté à deux reprises différentes pour m'entendre développer devant la 13e section du *Congrès pour l'avancement des sciences,* les considérations qui pourraient vous intéresser sur les progrès de l'aquiculture à l'étranger, et sur le repeuplement de votre belle Loire.

Je comprends et je partage votre enthousiasme pour le fleuve magnifique qui traverse votre ville, et depuis bien des années j'ai pris pour sujet de mes méditations la grande question du repeuplement de ses eaux. Je ne dois pas vous le cacher, le repeuplement de la Loire sera probablement le premier tenté en grand dans notre pays, parce que votre ville, située vers son estuaire, se trouve, par la nature, entourée de ressources uniques dans la Sèvre nantaise et surtout dans l'Erdre. Nous y arriverons tout à l'heure. En ce moment, je ne me demande déjà plus — quoiqu'il ne se fasse absolument rien dans notre pays — *quand* s'accomplira le repeuplement des eaux de la France. — Je sens que le moment en est proche, tout le prouve. — J'en suis à m'interroger sur les moyens qu'il conviendra de choisir, et me demande *comment* s'exécutera cette grande et bienfaisante opération ? Portera-t-on ses efforts sur toutes les espèces comestibles qui peuplent nos eaux ? S'adressera-t-on à l'une d'elles ?

(1) Ce travail a été présenté également à la 2e section. Voir page 164.

Les premiers pas de la pisciculture en France ont été marqués par une préférence systématique, exclusive et irréfléchie, pour la famille des *Salmonidés*. De là, bien des mécomptes. On avait oublié que les herbes sauvages seules poussent sur les landes, que les moissons sérieuses et les légumes de haute valeur exigent la terre cultivée, fumée et propre du champ ou du jardin. Dans les derniers temps, on était revenu un peu de l'engouement des salmonidés, lorsque la guerre a tout interrompu, pour essayer les modestes cyprinidés, ces *poissons blancs*, communs mais rustiques, de votre Loire et de toutes nos eaux. Là, était le succès assuré. C'est à eux qu'il faudra revenir et demander un premier effort.

Il est certain, néanmoins, que d'autres espèces, et nous le verrons tout à l'heure, peuvent être choisies comme types et prises comme pivot du repeuplement général, concurremment avec les sédentaires ; ce sont celles, anadrômes, qui remontent nos fleuves en venant de la mer. Celles-là ont été jusqu'ici absolument négligées chez nous, lorsque les Américans ont fait choix d'un poisson dont vous possédez l'analogue, de *l'alose,* cette manne annuelle de votre grand et bon fleuve.

Nous, nous avions été détourné de poursuivre des essais sur cette espèce, par les insuccès qui avaient découragé un pisciculteur du Midi, M. Vidal, lequel avait essayé une autre espèce anadrôme de vos eaux et des rivières méditerranéennes, le *mulet* (*Mugil capito*). Hâtons-nous d'ajouter qu'il avait pris la question peut-être à l'envers, et qu'au lieu d'essayer l'incubation des œufs petits et innombrables du mulet dans l'eau de mer, comme il l'a fait, il eût été peut-être plus rationnel de les soumettre à l'incubation dans l'eau douce ou à peine saumâtre, puisque c'est là que le poisson, dans sa remonte, va les placer et les féconder.

D'une manière générale, le grand objectif des Américains du Nord a été, non-seulement de repeupler leurs fleuves appauvris des espèces qui s'y montraient en bancs énormes, il y a encore quelques années, mais encore et surtout de doter de ces poissons les grands fleuves de leur territoire qui ne les contenaient pas. Leur grand objectif a été surtout le peuplement en aloses du Mississipi, ce père des fleuves qui va se jeter dans le golfe du Mexique, celui du Sacramento descendant au Pacifique ; puis accessoirement, les immenses nappes d'eau qui représentent leurs grands lacs. Gigantesque entreprise, qu'ils ont assise sur un seul poisson, sur un seul type, *l'alose !*

C'est qu'aussi l'alose est universellement répandue sur le monde. Nous la verrons tout à l'heure à l'œuvre en Amérique ; nous la connaissons partout en Europe ; elle existe jusque dans le Nil africain par la *feinte,* une des espèces même que nous pêchons en France ; nous

allons la voir en Asie, au Sud comme au Nord, partout et toujours abondante. Rare et peut-être unique exemple d'une ubiquité semblable dans un genre animal.

Parmi les poissons les plus communs de la Chine, se présente au premier rang une espèce d'alose appelée *samlai* par les Européens qui résident dans ce pays.

Le Yang-tse-Kiang, dans lequel les aloses remontent le plus abandamment, est un fleuve qui présente au moins 5,300 kilomètres de longueur ; le poisson remonte jusqu'à sa source ! Nul doute, dès lors, que l'alose remontera jusqu'aux lieux *propices pour frayer* dans tous les autres fleuves du monde, qui, à bien peu d'exceptions près, sont loin de posséder un tel cours. Aussi l'alose qui, en arrivant dans le fleuve, est grasse et d'un goût exquis, devient-elle si maigre et si épuisée lorsqu'elle a terminé sa ponte dans les hautes eaux, qu'on l'appelle à ce moment le *poisson empesté* et qu'elle n'est plus comestible. M. S.-F. Baird pense qu'il faut attribuer ce résultat, non-seulement à l'épuisement causé par les efforts inouïs que nécessite une remonte en quelque sorte interminable, mais encore à ce fait que le fleuve coulant à la même latitude, la chaleur augmente avec la saison en même temps que s'allonge le chemin à parcourir par l'alose, ajoutant cette cause capitale d'épuisement et de malaise aux fatigues de l'animal.

Descendons au sud, vers l'Inde, et nous trouverons encore l'alose, la bienfaisante alose, exécutant ses migrations dans les grands fleuves du pays. Celle-ci est encore une autre espèce, elle est connue sous le nom de *palasah*, et, à Madras, le peuple lui donne le nom de *poisson de sable,* mais ce n'en est pas moins une alose. Elle choisit, pour remonter les fleuves, une autre saison que ses sœurs d'Amérique et d'Europe ; ainsi, dans la Kistna, les plus grands bancs commencent à remonter vers le milieu d'octobre pour disparaître en avril. Dans le Godavery, elle monte plus tôt, montrant sa plus grande abondance de juillet à septembre, après quoi les pêcheurs estiment qu'elle émigre dans la Kistna. Dans le Hoogli, elle continue de remonter pendant la mousson du S.-O. et, jusqu'en septembre, on en trouve encore en frai. Ces aloses arrivent vers la fin de l'année à Mandalay, dans la Birmanie supérieure. Dans le Sind ou Indus, elles entrent vers février et descendent à la fin de septembre. Elles remontent, en général, toutes les rivières dans la période du flot, parce que leur instinct leur apprend qu'alors les hauts fonds sont couverts d'eau et qu'ainsi elles pourront passer partout et arriver à leur destination. Dans l'Irrawaddy, elles s'avancent aussi loin que dans la Birmanie supérieure.

Ainsi donc, par ces quelques exemples, nous pouvons nous faire une idée juste de la valeur pratique de l'alose comme poisson migrateur

remontant les eaux douces. Cette valeur est d'autant plus grande, qu'une fois sorti de la mer, ce *poisson ne mange plus.* Il n'emprunte, par conséquent, rien aux fleuves; il vient dépenser dans leur intérieur la graisse qu'une alimentation facile et abondante lui a permis d'accumuler pendant six mois dans ses tissus, pour faire face aux dépenses de la gestation et de la fécondation. Cette curieuse spécialité d'un poisson, ne se nourrissant que de lui-même, pendant une longue période de temps durant laquelle il accomplit les actes les plus fatigants de son existence, est mise hors de doute par l'examen de milliers d'estomacs dans lesquels, *quatre fois* seulement, on a trouvé quelque chose, mais cela presqu'au sortir de l'eau saumâtre, à l'embouchure du fleuve. Ainsi donc, tout le temps de son voyage, l'alose jeûne. Aussi, ne prend-on jamais un de ces poissons, à la ligne, en eau douce. De retour à la mer la pauvre bête dévore tout ce qui lui tombe sous la dent, vers, petits poissons, menus crustacés, surtout ceux du genre *mysis,* et elle recouvre bientôt son embonpoint. Tellement que celles que l'on prend en Amérique, à l'automne, dans la baie de Fundy, en redescendant du Saint-Laurent, sont celles que l'on regarde comme les plus délicates et de la meilleure qualité connue, réengraissées qu'elles sont après le frai.

Ce genre de nourriture est précisément ce qui a engagé les aquiculteurs des Etats-Unis à penser à l'alose pour peupler leurs immenses lacs. Tentative hardie s'il en fut, et dont l'essai en grand se fait et nous donnera bientôt son dernier mot. Non dans notre intérêt, la France ne possède qu'un lac digne de ce nom, celui de Grand-Lieu, et encore n'est-ce qu'une misérable mare, comparé aux lacs américains ! Cette tentative est basée sur la présence, dans les grandes profondeurs de ces lacs, d'un petit crustacé très-nombreux et ressemblant beaucoup à celui que dévorent les aloses sur les côtes de l'Océan. L'expérience a été commencée en 1871 par quinze mille aloses mises dans la rivière de Genesée. Mais, ce n'est pas tout, et nos hardis novateurs pensent à introduire encore le même poisson, non plus dans les grandes masses d'eau douce des lacs de l'intérieur, mais bien dans le *lac salé* de l'*Utah !* Ils y en ont déjà mis cinq mille ! L'eau de ce lac est extrêmement salée, il est vrai, mais il existe une large région voisine des fleuves qui s'y jettent, où l'eau est plus ou moins adoucie, et il pourrait bien se faire que les poissons sussent se choisir, eux-mêmes, le point qui, par sa concentration et sa densité, leur conviendrait le mieux. Ils trouveront d'ailleurs dans ces eaux une abondante nourriture, par la masse de crustacés du genre *artesia* et des larves de diptères qui y naissent en nombre prodigieux.

Il y a trois ans seulement qu'un groupe d'Américains dévoués con-

centra ses efforts pour faire apprécier par le Congrès l'importance nationale de la pisciculture, et amener cette assemblée à reconnaître les bénéfices immenses et les avantages considérables qui résulteraient pour le pays de la culture de ses eaux. La chambre accueillit favorablement le projet, et le résultat de ses délibérations se traduisit immédiatement par le vote de 15,000 dollars, — soit 75,000 francs, — « pour » l'introduction de l'alose dans les eaux des Etats du Pacifique, de la » vallée du Mississipi ; pour l'introduction du saumon, du lavaret, et » des autres espèces de poisson de table dans les eaux des États-Unis » qui leur conviendraient le mieux. » On y ajouta 10,000 dollars, — 50,000 francs, — spécialement pour la propagation de l'alose. Enfin, l'année suivante, on consacra encore 17,500 dollars, — 87,500 francs, — pour assurer les mêmes opérations. Ainsi donc, c'est avec 212,500 francs, en deux ans, soit une centaine de mille francs par an, que les résultats dont nous allons rendre compte succinctement ont été obtenus par les soins de l'*Association pisciculturale*. Quel exemple ! quand on songe que tout était à créer, tant comme reconnaissance des eaux que nature de peuplement, que spécialité des lits et que capacité de débouchés de toute espèce, que difficultés entre États voisins, tant pour les poissons sédentaires que pour les espèces anadrômes.

Si nous citons avec une grande fidélité les opérations auxquelles ont dû se livrer tout d'abord les organisateurs du repeuplement des eaux aux États-Unis, c'est que nous y voyons un guide pour les travaux auxquels nous devrons nécessairement nous livrer, lorsque aboutiront les effets de la loi d'enseignement présentée le 22 décembre 1874 au Corps législatif.

Le premier soin de la Commission d'exécution américaine fut d'étudier quelle était la valeur comparative des poissons anadrômes vis-à-vis des espèces sédentaires. *Anadrômes* sont les espèces qui remontent nos fleuves et nos rivières pour aller chercher, dans les eaux vives des hauts lieux généralement, les lits de ponte qui leur conviennent et l'endroit d'éclosion et d'élevage favorables aux jeunes. S'attacher à multiplier abondamment ces espèces ou celles qui accomplissent dans un même endroit toutes les phases de leur existence, représente des opérations entièrement différentes, tant par leurs produits futurs que par leurs frais de premier établissement.

Parmi les espèces anadrômes nombreuses dans votre fleuve, nous devons, Messieurs, faire un choix et réduire à quatre celles sur lesquelles on pourrait penser à agir dès le commencement. Ce sont : *le saumon, l'alose, le mulet et la lamproie.* Laissons cependant cette dernière de côté, jusqu'à ce que des études plus approfondies nous aient dévoilé les côtés encore obscurs de certaines phases de son histoire. Nous en avons plus qu'il ne faut des autres !

Ainsi donc, Messieurs, vous possédez dans la Loire un grand nombre d'espèces anadrômes, c'est-à-dire sortant de la mer, où elles passent leur vie ordinaire, et remontant vos courants jusqu'aux ruisseaux, pour aller s'y reproduire, redescendant ensuite dans l'eau salée, où elles se refont de leurs fatigues par une nourriture abondante et appropriée. Nous constaterons, tout d'abord, que vu la qualité intrinsèque de ces poissons, leur chair se maintient toujours à un haut prix relatif, et, par cela même, représente une valeur marchande élevée, dont les oscillations, par augmentation ou diminution, donnent lieu à des mouvements de fonds considérables. Cependant, quelle que soit cette valeur, nous pensons que l'introduction fructueuse d'espèces nouvelles et de haute qualité dans des milieux nouveaux, exigeant des études spéciales, des dispositions particulières d'aménagement de ces milieux, il conviendra d'abord de travailler sur les espèces communes existant dans chaque localité.

A ce point de vue, se présentent tout d'abord les espèces sédentaires, dont nous possédons en France une assez grande quantité, les unes de deuxième, les autres de troisième choix. Ces espèces n'en méritent pas moins de former la première base du repeuplement général.

Là s'arrête toute assimilation possible entre le traitement applicable à nos rivières usées, vieillies, empestées, avec les grands fleuves américains. Quelque bonne volonté que nous ayons, ce serait folie de comparer la Seine à l'Ohio, la Loire au Potomac ou la Garonne au Mississipi ! Ne nous étonnons donc pas si les pisciculteurs américains ont pu se réjouir de voir le *black-bass*, par exemple, sorte de bar noir, de perche noire, prendre un développement prodigieux dans certains fleuves où ils l'ont introduit ; c'est que le peuplement primitif de ces admirables cours d'eau est encore d'une richesse inouïe auprès de celui de nos filets d'eau besoigneux ! Citons textuellement : « En s'en-» fuyant à la tête du fleuve, dit M. S.-F. Baird, le bar noir trouva, *en* » *nombre immense*, des cyprinidés, comme chevesnes, vérons, gou-» jons, etc., en même temps que des écrevisses, des larves d'insectes, » parmi quoi quelques brochetons seuls avaient levé une dîme » légère.... » Hélas ! hélas ! quelle serait la rivière de notre pays dans laquelle *un* bar noir trouverait cette plantureuse provende ?... Ne cherchons pas !....

Dans notre France, la première opération sera, non de faire dévorer des myriades de poissons blancs de dernière catégorie par des carnivores étrangers ou indigènes introduits, mais bien de déclarer une guerre acharnée à nos *mangeurs indigènes* analogues : *brochet, perche, anguille,* afin de nous permettre de laisser à la reproduction du poisson blanc toute son exubérance naturelle. Joignons à cela l'intro-

duction nombreuse et convenablement étudiée des meilleures espèces sédentaires, telles que la *carpe* et ses variétés, la *tanche,* certains *salmonidés Corégones* non voyageurs et se nourrissant d'insectes plus que de frai.

Nous essaierons d'*emplir* nos eaux de chair nageante, quelle qu'elle soit ; nous verrons, après, ce qu'il conviendra de faire pour l'introduction des anadrômes carnivores les mieux appropriés et les plus précieux, tels que la *truite saumonée* et le *saumon.* Ils auront, en ce temps-là, ample pâture préparée et, dès lors, leur entretien, loin de dépeupler, aidera à l'amélioration des espèces communes en éclaircissant un peu les rangs. A notre avis, jamais il n'y aura lieu, dans notre pays, à recourir, comme en Amérique, à une espèce quelconque de perche ou de brochet ; nous aurons de quoi suffire avec les salmonidés, dont la chair est beaucoup meilleure, et dont le coefficient de voracité est beaucoup moins élevé. Qu'on nous permette de rappeler que le rapport entre le poids de poisson mangé et le poids de chair du brochet adulte est au moins de *quarante pour un,* c'est-à-dire que pour donner à un brochet le poids non extraordinaire de cinq kilos, il a fallu lui laisser dévorer au moins 200 kilos de poissons ! Cette cherté définitive de la chair de nos mangeurs sédentaires, tels que le brochet et la perche, tient à ce qu'ils ne mangent aucun insecte et ne leur font point leur chasse ; tandis que les salmonidés cherchent dans les insectes, sinon le fond absolu de leur nourriture incessante, au moins un appoint considérable. C'est ce qui explique pourquoi l'homme pêche ces derniers à la *mouche,* tandis que les autres ne peuvent être pris qu'avec une amorce de poisson vif sur la ligne.

Les anadrômes, cependant, ne sont pas tous piscivores, et c'est là la grande considération qui a conduit les Américains à s'occuper, dès l'abord, de la multiplication de certaines espèces précieuses qui, — Dieu en soit loué ! — existent, par analogues très-voisines, aussi bien chez nous que chez eux. Ces espèces sont : les aloses, qui appartiennent à la grande et féconde famille des *clupées ;* — l'une de ces nourrices préparées par la nature pour le genre humain, et qui lui eussent déjà rendu mille fois plus de services qu'elles ne l'ont fait, s'il l'eût voulu ! — Il suffit de citer parmi elles : *hareng, sardine; melette, sprat, anchois,* etc., etc. Comptons encore les *muges* ou *mulets,* dont les espèces nombreuses sont un sérieux appoint dans nos fleuves du Centre et du Midi ; quoiqu'ils appartiennent à un autre ordre de poissons, renfermant, cette fois, plus de mangeurs que de mangés. Ajoutons enfin, à nos anadrômes naturels, les *plies, houtings, éperlans,* puis les *esturgeons,* les *lamproies,* etc., et nous verrons que la nature n'a point été marâtre vis-à-vis de nous.

Il ne faut pas oublier qu'au point de vue économique, certaines de ces espèces ont été admirablement choisies aux États-Unis, en ce sens que, toutes passant la plus grande partie de leur existence dans la mer, elles en rapportent en quelque sorte au pêcheur, lors de leur remonte, les aliments accumulés et condensés. Chez nous, comme chez eux pour d'autres fleuves, l'alose, au printemps, remonte la Loire et la Garonne: elle y vient pondre ; les petits éclosent et, à l'automne, descendent dans la mer. Ils y deviennent adultes en deux ou trois ans, puis, ainsi que leurs parents l'ont fait, ils se rassemblent en troupes énormes et remontent le fleuve où ils sont nés. Cette marche instinctive est précieuse pour l'homme : elle ne lui demande que la protection nécessaire pour arriver au lit de frai, et pour que les jeunes redescendent en temps utile à la mer. Ainsi tout est bénéfice : point de nourriture à préparer, elle vient du grand réservoir commun. C'est bien une sorte de manne providentielle dont chacun n'a à s'occuper que pour en recueillir les fruits et n'en pas tarir la source !

Ainsi donc, résumant en quelques mots la méthode entière du repeuplement par les anadrômes non carnassiers, qui réussit dans des proportions colossales aux États-Unis, nous énumérons le traitement ainsi : assurer aux pères un libre accès aux lits de ponte, et aux fils un libre retour à la mer. Tout est là. C'est bien simple, évidemment. Eh bien ! qui croirait que sur toutes nos rivières, grand chemin de remonte de nos poissons anadrômes, cette voie est barrée en dix ou vingt endroits? Qui croirait que, par un motif ou par un autre, ces admirables poissons, qui ne demandent qu'à remonter pour nous apporter la richesse, le bien-être, l'abondance de la vie, se heurtent contre des digues et des *ouvrages d'art* qui ne les laissent point passer?...

Tels sont les faits ; il faut le dire au moins une fois pour qu'on l'entende ! Nos rivières, nos fleuves mêmes, sont, en nombre d'endroits, traités selon l'ancienne et superbe définition de *chemins qui marchent* — et encore, il y aurait beaucoup à dire là-dessus ! — Nulle part ils ne sont regardés comme ils devraient l'être, c'est-à-dire comme *les plus fertiles producteurs* de la nourriture du pays ! Il est temps de prendre garde à ceci : les poissons se montrent plus tenaces que toute autre espèce animale connue, puisque, chassés par un instinct souverain, inéluctable, analogue à celui qui pousse les oiseaux migrateurs à se briser la tête contre la cage dans laquelle ils sont enfermés, eux viennent se briser la tête, se mutiler les organes en sautant mille et mille fois de suite contre les obstacles de pierre que nous opposons à leur passage ! Et ce n'est pas chose facile qu'obtenir qu'on ouvre à ces pauvres poissons, qui ne demandent qu'à venir, un *passage,* une *échelle,* comme on dit en langage technique. Nous en connaissons qui,

demandées depuis dix, quinze et vingt ans par les riverains du haut fleuve frustrés de toute remonte, ne sont pas concédées, sous un prétexte ou sous un autre, et..... mais cela ne nous regarde pas !

Ce qui nous regarde, au point de vue plus sérieux de l'alimentation générale, c'est de constater qu'à la longue le poisson se lasse..... et ne revient plus.

Il se lasse, dit-on.

Moi je suis plus porté à dire : Il se tue..... il meurt, et c'est pour cela qu'il ne reparaît plus..... Sans cela il reviendrait. C'est parce qu'il meurt, que la rivière, une fois dépeuplée de ses anadrômes, ne s'en repeuple jamais.....

On peut constater, en effet, une sorte de loi remarquable de pondération animale, tout comme de pondération végétale, autour de nous. Un cours d'eau est habité, fréquenté par un nombre quelconque, mais à peu près invariable, de couples anadrômes : on dirait que ce cours d'eau est leur propriété, qu'ils se le sont adjugés comme leur chose, qu'ils sont chargés de l'exploiter à leur point de vue particulier et de l'ensemencer de leurs enfants. Ce qui le prouve, ce sont les expériences très-nombreuses et parfaitement concluantes faites en Angleterre depuis longtemps, et qui ont démontré que ce sont toujours les mêmes saumons qui, chaque année, remontent la même rivière. Mais survient l'homme qui ferme la rivière par une digue, un ouvrage d'art... Le saumon ordinaire remonte à la hâte ; il est tout prêt à pondre, tout prêt... L'obstacle l'arrête !... que faire?... où pondre?... Le temps presse, les œufs sont mûrs !... On ne peut cependant pas pondre au premier endroit venu ! Mais la nature commande...

De deux choses l'une : ou la ponte a lieu au hasard, dans un endroit non préparé, non convenable... les œufs ne sont pas fécondés, mal recouverts, et par suite mangés ou perdus. Ou le poisson, non délivré à temps et retenant ses œufs par une contraction spasmodique, — le fait m'a été démontré cent fois dans le Rhône, près de Genève, — meurt ! Dans les deux alternatives, l'eau demeure inhabitée et improductive. Est-ce donc là un résultat digne d'un peuple qui se croit civilisé?....

II

J'ai à parler maintenant, Messieurs, du rôle de l'Erdre, rôle qui vous intéresse au plus haut degré, et que je regarde comme un des plus importants dans le repeuplement de la Basse-Loire. Il y a, dans ce chapelet de petits lacs, non-seulement un lieu d'incubation magnifique pour nos espèces indigènes, mais encore un milieu des plus favorables pour l'introduction et l'acclimatation des meilleures espèces étrangères.

A ces deux points de vue, ce ne peuvent être des Nantais qui se désintéressent du rôle que jouera l'Erdre dans les travaux de repeuplement de votre beau fleuve.

Commençons par constater que, depuis vingt-cinq ans, les méthodes anciennes de Dom Pinchon et de Jacobi se sont améliorées, et que de nouvelles pratiques sont expérimentées aux Etats-Unis. Alors que tous les peuples auront amené à l'état de *traitement pratique* les rapports certains qui existent entre la nature des eaux diverses et les espèces qui les habitent, sait-on combien d'espèces nous pourrons demander aux autres pays et acclimater chez nous? Depuis les poissons chinois qui vivent dans un baquet au milieu de la basse-cour, et prennent la nourriture des mains des gens qui les soignent, jusqu'aux espèces indiennes qui sauront peupler nos eaux les plus stagnantes, les moins pures et les plus chaudes. Messieurs, l'avenir de l'aquiculture est grand!

En somme, on peut toujours ramener la question du repeuplement des eaux à celle-ci : Accumuler le plus grand nombre possible de poissons dans un endroit donné. La plus simple manière de le faire et, sans doute, la première inventée, a été de prendre le poisson là où il vit et se trouve en abondance, pour l'apporter dans l'endroit où il manque. Cela est élémentaire; cela est simple, surtout en théorie : en pratique, beaucoup moins. Cependant les viviers des anciens Romains, les boutiques à poisson actuelles, ne sont que des variantes de ce procédé.

Une méthode également simple consiste à transporter à l'endroit voulu des poissons des deux sexes, jusqu'à ce que, le moment du frai arrivant, le terrain leur étant suffisamment connu et leur convenant, ils pondent, et qu'alors, la saison amenant à bien les jeunes, selon sa bienfaisante coutume, ceux-ci restent en possession du parcours qui leur était destiné. Cette méthode n'est point à dédaigner. Elle a été plus spécialement employée aux Etats-Unis pour le *black-bass*, le bar noir, dont nous avons déjà parlé, pour le *pickerel,* pour un sandre (*lucioperca americana),* pour un *brochet-perche,* sans doute un autre sandre, pour une *perche jaune,* pour l'*alewife*, sorte de hareng d'eau douce, et pour d'autres encore. Cette méthode est si peu à dédaigner, que c'est la seule qui ait vraiment rendu des services sérieux pour la *féra* ou lavaret blanc (*coregonus albus*), si semblable à celle des lacs de Suisse et du Bourget, que nous avons eu tant de mal à acclimater chez nous, en nous servant de l'éclosion artificielle des œufs, et dont nous avons cependant le droit de constater l'acclimatation définitive dans le lac des Settons, par les soins de l'administration des ponts et chaussées.

Nous avons cité tout à l'heure la *méthode de transplantation*, si l'on peut lui donner ce nom, comme la seule qui ait bien réussi en Amé-

rique pour le sandre et certaines perches. Nous nous en étonnons, et il faut que certaines conditions physiologiques de cette espèce intermédiaire soient bien différentes des espèces types brochet et perche. En France, la multiplication du brochet et de la perche par la fécondation artificielle ne réussissant que trop facilement, ainsi que le transport des œufs fécondés, pourvu que le temps du voyage n'excède pas celui assez court de l'incubation..

Notre brochet offre ce fait curieux et rare d'exister identique aux Etats-Unis, c'est-à-dire dans deux hémisphères. On distingue, en effet, un *Esox reticulatus* dans les fleuves du versant atlantique, et notre *Esox lucius*, à l'ouest des Alleghanies.

Une seconde méthode ressemblant beaucoup à la première consiste à réunir, dans un enclos convenable, les poissons au moment de la maturité du frai et à les lâcher lorsque la ponte et la fécondation sont accomplies, sans prendre aucun soin spécial des œufs eux-mêmes. La troisième méthode est principalement pratiquée par les Chinois. Elle consiste à recueillir les œufs fertilisés après qu'ils sont pondus, soit en les ramassant sous l'eau, le long des corps auxquels ils adhèrent, soit en les réunissant lorsqu'ils flottent. On facilite la première méthode, en plaçant des paquets d'osier qu de branchage dans les eaux fréquentées par les poissons en frai, et leur fournissant ainsi des objets auxquels les œufs adhèrent aisément. Ces paquets, que l'on retire à volonté en emportant les œufs qu'ils contiennent, sont portés alors dans des localités convenables, sur des lits de frai préparés soit pour laisser les jeunes se disséminer comme il leur conviendra, soit pour les recueillir et en peupler des étangs ou des pièces d'eau.

Ces diverses méthodes sont certainement inférieures à celle qui consiste à se procurer des poissons en frai, et, par des manipulations convenables, à faire tomber les œufs de la femelle dans un vase, puis la laitance du mâle sur eux. Longtemps, on a mêlé ensemble les œufs et la laitance dans une certaine quantité d'eau, mais aujourd'hui on emploie la *méthode sèche,* découverte par un russe, M. Vrasski, dans laquelle on ne se sert pas d'eau pour recueillir les œufs, mais on délaie la laitance avec un peu d'eau, avant de la répandre *sur ces œufs.* Il paraît certain que, de cette manière, on féconde une beaucoup plus grande proportion d'œufs sur un nombre donné.

Toutes les espèces ne se prêtent pas avec une égale résistance, une égale rusticité aux manœuvres préparatoires de cette fécondation artificielle; ainsi, tandis que le *saumon,* la *truite saumonée,* la *truite commune,* résistent bien et, remis à l'eau, prennent la fuite et ne semblent pas souffrir d'avoir été exposés à l'air et débarrassés de leur fardeau, certaines autres espèces, entre autres les *aloses,* sont trop

délicates, et ces opérations leur sont fatales, même quand on a pris ces poissons à la seine et en y apportant toutes les précautions possibles. Nous n'avons pas encore, en France, expérimenté la fécondation artificielle de nos aloses indigènes, si abondantes dans votre Loire; la commune *(alosa vulgaris),* et la feinte *(alosa ficta)*. Celle que les Américains possèdent chez eux *(alosa sapidissima),* est tellement voisine de la vôtre, que nous pourrons nous guider, dans nos opérations futures, sur l'expérience qu'ils ont acquise, et tout fait présager que nous réussirons aussi bien qu'eux.

C'est à M. Seth-Green que l'on doit, non l'invention, mais l'appropriation des boîtes flottantes à l'incubation des œufs de l'alose, appropriation qui a marqué une ère nouvelle dans la pisciculture, car toutes les anciennes méthodes, — inventées, il faut bien le dire, presque exclusivement pour les œufs gros, distincts et durs des salmonidés, — échouaient en grande partie lorsqu'il s'agissait des œufs tout différents d'un *clupéoïde.* Puis, ne l'oublions pas non plus, les agencements anciens eussent exigé, avec la grandeur des opérations actuellement entreprises, des installations immenses et très-coûteuses, tandis que, sans dérangement appréciable de la viabilité des fleuves, on a pu y produire des élevages aussi considérables qu'on l'a désiré.

Les boîtes flottantes avaient été inventées en Europe, surtout pour l'incubation des œufs de cyprinidés, qui adhèrent à tout ce qu'ils touchent. La difficulté d'incubation des œufs d'alose dans ces boîtes venait de ce que, tant que la boîte flottait avec son fond horizontal, la circulation à l'intérieur ne s'établissait pas suffisamment, et les œufs se gâtaient, par suite et de leur agglomération et de leur exposition à la chaleur du soleil qui échauffait l'appareil. Par le simple expédient de clouer deux bandes de planche parallèles entre elles, une de chaque côté de la boîte, mais à un angle incliné sur le fond, les boîtes deviennent flottantes sous cette inclinaison vers l'amont, de sorte que le cours d'eau frappant librement contre la surface inclinée de la toile métallique qui forme le dessus de la boîte, y produit un courant continu qui engendre un mouvement nécessaire aux œufs.

Théorie des œufs agités, au lieu de notre théorie des œufs immobiles, telle est la formule du progrès actuel. C'est au moyen de l'artifice que nous venons de décrire qu'il est devenu possible d'incuber l'alose par *millions,* tandis qu'autrefois c'était par *mille* qu'il fallait compter les œufs en opération. L'incubation de l'alose dépend beaucoup de la température; quand l'eau monte au dessus de + 26° 6, elle devient impossible, à peu près, à mener à bien. En effet, le poisson paraît éprouver, d'après les expériences faites, une défaillance de vitalité, et sous cette température, des œufs sains et mûrs refusent de se développer, quelque soin qu'on en ait.

D'autres modifications ont été tentées, vers la fin de 1873, à la construction de la boîte flottante que nous venons d'indiquer. M. Brackett laisse, lui, flotter la boîte horizontalement, mais il coupe en biseau l'extrémité en amont, et comme l'eau frappe contre elle, elle produit un remous sous la boîte, qui suffit à procurer une douce oscillation aux œufs. Quoi qu'il en soit, l'appareil de M. Seth-Green passe pour le meilleur.

Un de ses aides, M. C. Holton, a modifié encore le même appareil, mais dans un autre but : celui d'y placer une plus grande quantité d'œufs, tout en permettant de les soigner et de les visiter aisément et rapidement. Au lieu d'étendre un simple lit d'œufs dans une auge longue et étroite, il prend une boîte d'environ 0m, 40 en carré, mais de 1m à 1m 50 de haut. Elle est remplie de châssis légers, à fond de toile métallique, de 0m 03 de profondeur, dans lesquels les œufs sont placés, de sorte que l'on peut mettre dans cette boîte vingt ou trente fois plus d'œufs que dans celle de forme ordinaire. Ce système avait été proposé en France, il y a longtemps, par M. Coste, comme modification de la boîte Jacobi. Mais la boîte entière américaine est disposée de manière que l'eau y est amenée par un conduit couvert *arrivant en bas,* de sorte que l'eau circule librement entre les châssis, se mouvant *de bas en haut,* et sort par la partie supérieure de l'appareil.

Les œufs des corégones, ceux des truites et ceux des saumons demandent beaucoup de temps pour leur développement, qui varie de 2 à 5 mois suivant la température de l'eau employée : plus celle-ci est froide, plus il faudra de temps. Mais, d'un autre côté, le développement des œufs, en général, varie également dans de fortes proportions, suivant qu'ils sont nus ou adhésifs, c'est-à-dire recouverts d'un mucus qui les fait adhérer les uns aux autres et à tous les objets qui les touchent. Ce caractère, propre aux œufs des cyprinidés en général, tels que les *chevesnes, gardons, barbeaux, goujons,* etc., rend souvent difficiles les manipulations de leur incubation. Or il faut reconnaître que, malgré leur talent, les pisciculteurs américains ont peu fait dans cette direction où les Français ont obtenu de véritables succès. Nous regardons même ces succès comme la base certainement sage des repeuplements premiers et intenses que réclame notre pays. Très-heureusement, pour mener promptement à bien de très-nombreuses éclosions d'aloses dès que nous le voudrons, les œufs de ce poisson se rapprochent de ceux des salmonidés en ce sens qu'ils se manipulent très-aisément, n'ayant aucune adhérence, en exceptant peut-être de ceux-ci les œufs de l'*éperlan.*

Rien ne peut être plus intéressant pour la grande entreprise qui s'imposera nécessairement à la France dans un temps plus ou moins

proche, que de connaître les expériences faites sur des espèces, même différentes de celles qu'elle possède, quoique similaires avec les siennes Le *striped-bass* ou rock-fish (*roccus lineatus*), bar rayé ou perche des rochers (*perca saxatilis*) sont de ce nombre. Nous ne possédons de bars que marins, mais, comme ce sont les poissons les meilleurs de nos côtes, et que leur nombre diminue tous les jours, il est hors de doute que les premières opérations de pisciculture marine qui seront installées dans notre pays le seront probablement en prenant pour objet ce bar appelé aussi *loup* ou *loubine* (*perca labrax*, Cuv.). M. Seth-Green, à sa grande surprise, en étudiant le frai de quelques-uns de ces poissons, trouva que les œufs ne sont pas plus adhésifs que ceux de l'alose et qu'ils pourraient se prêter absolument au même traitement. Ces œufs devinrent donc éclos au bout de quatre à cinq jours et présentèrent très-peu de déchet. Ils sont d'ailleurs beaucoup plus petits encore que ceux de l'alose et exigent, par cela même, un couvercle de toile métallique plus serré.

Ainsi que nous le disions en commençant, avec une insistance calculée puisque je m'adresse à des riverains de la Loire, le grand succès des Américains a été la multiplication de leur alose : nul doute ne peut exister que, dès que vous le voudrez, vous obtiendrez les mêmes résultats en traitant la vôtre de la même manière.

Rien n'empêchait autrefois le poisson de remonter jusqu'aux parties hautes des rivières américaines : les seuls obstacles infranchissables, digues ou chutes naturelles, étaient peu nombreux, de sorte que très-peu de pays situés à l'est des .monts Alleghaniens étaient privés de leur part.

Les premiers succès relatifs à la reproduction en grand de l'alose datent de 1867 ; ils ont été faits à Hadleyfalls, sur le Connecticut, par M. Seth-Green ; mais dès le printemps de 1848, le Dr Daniel, de Savannah, eut l'idée d'introduire ce poisson dans l'Alabama qui se jette dans le golfe du Mexique. Il mit dans un papier gris, — ceci est historique, — une masse d'œufs d'aloses mêlés à de la laitance des mâles. Les œufs se desséchèrent, — mais on ne sait pas jusqu'à quel point, — tandis qu'ils étaient envoyés par le courrier à Etowah, comté de Cass, à un ami qui les plaça dans un ruisseau tributaire de l'Etowah, affluent de l'Alabama. Ces œufs furent surveillés avec soin, puis, au bout d'un certain temps, disparurent..... permettant de supposer que les alevins s'étaient dispersés. Jamais, avant cette époque, alose n'avait été vue dans les eaux du golfe du Mexique, mais en 1851 et 1852 on en prit quelques-unes dans des filets tendus à l'embouchure du Black-Warrior, près de Tuscaloosa, Alabama, et aussi aux chutes de l'Alabama, près de Wetumpka. En 1858, dix ans après le transport des œufs, l'alose se

prenait en abondance près de Tuscaloosa et, depuis ce temps, on l'y prend chaque année en quantités variables.

Nous passerons sous silence nombre d'autres essais tentés isolément depuis cette époque, pour arriver en 1867, où furent entrepris les premiers efforts sérieux pour augmenter l'alose dans tous les fleuves américains. On traita d'abord les œufs, ainsi que nous l'avons dit, comme ceux des truites, dans des boîtes flottantes, et nous savons que cette expérience, qui porta sur plusieurs millions d'œufs, se termina par un insuccès complet : tous les œufs pourrirent et ne purent éclore. En les examinant avec attention, les opérateurs reconnurent que la température du ruisseau d'expérience était de 6° plus froide que celle de la rivière ; cette eau n'était pas assez chaude. Nous avons vu par quels perfectionnements il fallut passer avant d'arriver au succès.

L'éclosion une fois assurée, les commissaires reçurent un traitement et des ordres pour procéder au repeuplement, en choisissant les endroits où les poissons étaient le plus aisés à prendre. C'était la véritable opération qui commençait après les précautions, les essais, les travaux si instructifs sur lesquels nous avons tenu à nous appesantir pour l'instruction de nos compatriotes. C'est ainsi qu'à la barrière naturelle de Holyoke, sur le Connecticut, on parvint, au printemps de 1871, à traiter 63 *millions d'œufs*. A celui de 1872, la quantité monta au chiffre vraiment énorme de 93 *millions* d'œufs ! L'année 1870 n'avait fourni que 54 millions. Cependant il n'en est pas moins vrai que, dans cette seule station, en trois ans, on a fait éclore, exactement, d'après les rapports officiels : 209,862,000 œufs, près de *deux cent dix millions d'œufs !!*.... Nous regrettons vivement que les travaux statistiques des opérations d'éclosions obtenues dans *tous* les États soient manifestement incomplets ; et cela, parce que, en présence d'une telle abondance, les commissaires ne se donnaient pas la peine de compter, et inscrivaient dans la colonne du tableau, ces simples mots : *plusieurs millions !!!*...

Les chiffres, tels qu'ils sont, n'en offrent pas moins une signification très-frappante. En effet, nous pouvons récapituler une vingtaine de stations américaines (18), pas plus, qui, en quatre ans, les unes plus, les autres moins, ont traité le nombre de 302,693,000 *œufs d'alose !*

Ce qui prouve, d'abord, qu'une quantité de 17 cent mille œufs, c'est-à-dire, un million à deux d'œufs *se traitent très-facilement partout*. Malheureusement, nous regrettons beaucoup que le nombre des jeunes aloses lâchées ou envoyées au loin soit aussi vaguement indiqué. Quoi qu'il en soit, nous avons pu en relever un chiffre de 136,235,000 lâchées sur le lieu de fécondation, plus les quelques millions non spécifiés autrement que par la mention du mot *mis en*

liberté dans les rivières d'origine, plus 12,600,000 expédiés à l'état d'alevins dans des eaux éloignées. C'est vraiment dommage, car, d'un autre côté, nous avons pu enregistrer quelques beaux succès d'éclosion : en 1873, à New-Berne, N. C., dans la Neuse, 50,000 œufs donnent 43,000 alevins ; même année, à Lambertville, N. Y., sur la Delaware, 49,500 œufs produisent 43,300 alevins ; en 1871, à Cocymans, N. C., sur l'Hudson, 8,620,000 œufs produisent 8,059,000 aloses, lâchées dans le fleuve et 127,000 envoyées au loin ; en tout 8,285,600. Résultat magnifique.

Ces succès ne suffisaient pas encore. La Commission des pêches américaines a porté son attention sur le *transport* des jeunes poissons dans l'intérieur du pays.

La question était capitale, car les distances sont énormes. Des jeunes alevins furent expédiés, voyageant pendant 62, 78, 121, 124, jusqu'à 170 heures. Les alevins étaient enfermés dans des tinettes, et celles-ci livrées probablement à des voituriers, car nulle part nous ne voyons indication de l'intervention des voies ferrées. Nous n'avons pas d'indication sur la mortalité pour les plus longs voyages, mais au bout de 121 heures, 40,000 alevins se réduisirent à 5,000 ! Il est vrai que tous ces transports d'aloses naissantes ont eu nécessairement lieu dans les mois de juin et juillet, les plus chauds de l'année. Cette condition mènera probablement à faire de nouveaux essais, vers les mois d'automne, avec des alevins un peu plus âgés ; mais on retombera dans cette autre difficulté de conserver les alevins pendant plusieurs mois, ce qui n'est pas peu de chose, quand il s'agit de nombres d'individus aussi considérables que ceux sur lesquels on opère là-bas. Un voyage moyen de 24 heures semble, en général, être bien supporté, quoique certains envois aient subi, en 15 heures, une perte de 66 %. Jusqu'à 12 heures, la perte semble insignifiante.

Un mot maintenant sur notre espèce *alose.* En France, vous savez, Messieurs, que nous possédons deux aloses, d'espèces facilement distinctes l'une de l'autre : *la commune et la feinte ;* cette dernière, reconnaissable au premier coup d'œil, par cinq ou six taches noires, rondes, espacées de chaque côté du corps, vers la queue, sur la ligne latérale. Cette alose est de moindre qualité que la commune. Nous croyons que l'alose commune a des mœurs analogues à la feinte, c'est-à-dire qu'elle demeure en mer toute la saison d'hiver et de premier printemps, aux environs des côtes et non loin de l'embouchure des fleuves et rivières, dans lesquels elle remontera un peu plus tard. Cependant nous n'en sommes pas certain *de visu.* Il en est tout autrement de la feinte, que nous avons prise nous-même, et vu prendre chaque printemps, en pêchant le maquereau, sous voile, à

quelques kilomètres dans la Manche, en face de la baie de la Seine, dans laquelle la commune remonte jusqu'à Provins. Nous nous servions de lignes ordinaires, filées par l'arrière, et nous amorcions avec des morceaux de poisson, ce qui prouve que si notre alose, comme l'américaine, ne mange rien une fois en eau douce, est bel et bien carnassière en mer.

Cette doublure médiocre d'un poisson de premier ordre, par un poisson analogue, semble une loi de la nature plus générale qu'on ne le supposait autrefois. Nous l'avons constatée, ainsi que nombre de pêcheurs, pour le *hareng,* pour le *maquereau,* pour le *thon,* le *congre,* etc. Aux États-Unis, cette loi remarquable a été également reconnue. Ils ont, comme nous, deux aloses dans leurs fleuves : celle que nous avons étudiée déjà (*alosa sapidissima*) et une seconde qu'ils appellent le *tailleur* ou l'*alose des chutes* — *taylor* ou *fall-shad,* — et qui atteint à peu près la même taille que l'autre.

Rien n'est maintenant plus aisé que de résumer les résultats obtenus en deux ou trois ans aux Etats-Unis : *On a mis de l'alose partout ; on en mettra encore !*

En ce moment, son introduction est assurée par la reproduction depuis 1871, dans le Sacramento, qui va au Pacifique, dans la baie de Californie. Dans le Connecticut, les résultats de 1867 se sont révélés dès 1870. D'immenses compagnies d'aloses ont été vues, au printemps, dans le canal de Long-Island, toutes marchant vers le fleuve ; et, dans un étang, près de Seybrook, on en a pris 2,800 d'un coup, le 23 mai. Dans un autre étang, 3,500 furent pêchées également, et partout on en prend en plus ou moins grand nombre, dans ces localités. Or il faut remonter jusqu'en 1811 pour en voir prendre là 2,280 d'un seul coup de filet, et jusqu'en 1802 pour en voir pêcher 2,300 !... L'abondance des aloses dans la rivière, en 1871, fut aussi grande que les années précédentes, tellement qu'on put à peine vendre les aloses 17 fr. 50 le cent ; et cette abondance augmente chaque jour et augmentera encore, tout comme nous voyons la même marche s'accentuer et s'affermir dans l'Hudson et dans le Potomac.

Quand donc, Messieurs, la verrons-nous dans la Loire ?

Mais je m'arrête ; car, après avoir tant parlé de notre belle *conquête de l'avenir,* il est temps de nous occuper du rôle que l'Erdre jouera dans le repeuplement complet du fleuve. Ce n'est point en vue de l'alose que je vous en parle, comme d'un endroit de première utilité, mais au point de vue de la multiplication abondante et aisée des poissons blancs, si faciles à multiplier, quand on possède un réservoir semblable. Ce n'est pas tout de faire de l'alose comme aux Etats-Unis, il faut encore multiplier nos poissons sédentaires qui, pour ne pas offrir

une chair de premier ordre, en fournissent une abondante, de valeur moyenne, et d'un usage sain et fortifiant. Si nous étions sages, les *poissons blancs* devraient, dès longtemps, être plus abondants que l'eau dans nos rivières : ce serait le seul moyen de réaliser les gasconnades du pêcheur de la Gironde, qui ne se doutait pas qu'il prophétisait l'avenir en hâblant son pays.

L'Erdre doit être un jour le lieu de manufacture des poissons blancs que vous verrez par millions dans la Loire. Les anses profondes qui rendent le cours de la rivière semblable à une chaîne de lacs reliés par un ruisseau, seront admirablement appropriés, dès qu'on le voudra, au repeuplement des espèces communes : *Gardon blanc et rouge, chevesne, brême, barbeau, carpe.* Nous descendrons même plus bas, au goujon, si nous le voulons : il nourrit non-seulement les autres espèces plus grosses, mais l'homme aussi, pour lequel il est un régal.

— Très-bien ! me direz-vous, nous ne demandons pas mieux, mais à cela existe un empêchement. L'Erdre est remplie d'espèces carnassières, — brochet, perche, — de dimension assez considérable pour dévorer tout ce que vous mettrez, en gros échantillon, et assez nombreux en petits individus pour humer tout ce que vous apporterez comme repeuplement.

— Nous sommes parfaitement d'accord, répondrais-je sans hésitation. Aussi toute tentative de repeuplement doit être précédée d'une destruction des ravageurs actuels.

— Mais c'est impossible! comment ferez-vous?...

— Si l'on vous donnait un champ abandonné depuis vingt ans, en friche, couvert de folles herbes, de chardons et d'orties, que feriez-vous pour le semer en blé, au printemps prochain, alors que vous savez que ce champ a autrefois porté de magnifiques moissons?

— Nous arracherions les orties et les chardons.

— A la main?

— Non, avec des moyens appropriés.

— Eh bien! vous nous répondez à ce que je demandais pour le nettoiement de l'Erdre ! Sans doute, nous ne pêcherons pas les brochets et les perches *à la ligne.* Nous emploierons les appareils nécessaires pour diviser la masse d'eau et la rendre exploitable. Pour cela, rien n'est plus simple que d'en diminuer l'étendue en la scindant au moyen de barrages mobiles composés de filets de fil de fer qu'on fait maintenant à la mécanique et qui peuvent être choisis de manière que la maille ne retienne que telle ou telle catégorie de poissons soit comme âge, soit comme espèce. Cela fait, les baies, les bras d'eau, si nombreux dans la configuration générale de l'Erdre, les portions de marais même deviendront faciles à pêcher, faciles à empoissonner, faciles à purger d'espèces

nuisibles, — maniables, si l'on peut employer cette expression, — et la destruction des espèces nuisibles ne sera plus qu'une affaire de temps et de soin. Cette élimination devient ainsi possible et même facile, tandis qu'en attaquant la masse d'eau générale, elle est absolument impraticable.

Aucune objection ne peut être tirée du prix de ces diaphragmes ; d'abord, parce qu'on les fabrique aujourd'hui à un bon marché surprenant, et ensuite parce qu'en fait d'opérations semblables à celle dont nous étudions les préliminaires, on ne commence pas sans avoir les ressources nécessaires pour arriver à bien. Nous avons encore à signaler un autre avantage de la subdivision des milieux, c'est la possibilité de séparer les peuplements divers, par conséquent d'avoir toujours sous la main les catégories d'individus les mieux appropriés et de pouvoir, à un moment donné, et seulement à ce moment, verser dans la Loire la quantité nécessaire et suffisante de ces individus pour assurer leur salut. Ce point est important, car on fait déjà beaucoup quand on laisse agir la nature *en l'aidant seulement un peu,* j'entends par là, en combattant les mangeurs parasites qui nous font concurrence, et aidant les espèces qui croissent à notre profit !

M. J.-A. BARRAL

Secrétaire perpétuel de la Société centrale d'agriculture de France.

RENDEMENT DU BLÉ EN 1875

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 23 août 1875. —

M. Barral fourn itles renseignements suivants sur la récolte de 1875. Cette année ne vaut pas la précédente, il s'en faut de beaucoup. Puisant ses renseignements auprès de la même maison de Marseille qui fait le commerce des blés en grand, M. Barral établit ses données de la manière suivante :

0 départements ont une récolte très-bonne : appelons 0 leur surface, et multiplions-la par 20 ;

13 départements ont une récole bonne : appelons S leur surface, et multiplions-la par 18 ;

26 départements ont une récolte assez bonne : appelons S' leur surface, et multiplions-la par 16 ;

25 départements ont une récolte passable : appelons S" leur surface, et multiplions-la par 14 ;

30 départements ont une récolte médiocre : appelons S''' leur surface, et multiplions-la par 12 ;

8 départements ont une récolte mauvaise : appelons S'''' leur surface, et multiplions-la par 8.

La formule générale de la moisson se posera ainsi :

$$\frac{S \times 18 + S' \times 16 + S'' \times 14 + S''' \times 12 + S'''' \times 8}{S + S' + S'' + S''' + S''''} = 12.50$$

L'an dernier, la moyenne trouvée, si l'on se le rappelle, était 18.50.

Ce coefficient sert à trouver la moyenne du nombre d'hectolitres dont se compose la récolte actuelle. En effet, celle de l'an dernier a été portée, par les uns, à 132 millions d'hectol. ; par les autres, à 128 millions seulement. Si l'on prend la moyenne, 130 millions, on peut écrire la proportion suivante :

$$29 : 130{,}000{,}000 :: 12.50 : x = 82{,}000{,}000 \text{ d'hectolitres.}$$

Telle est donc la quotité de la récolte en blé.

Or, il faut chaque année :

Pour la consommation du pays.....	72 à 74 millions.
Pour la semence.....	14
Total.....	86 millions.

On est donc autorisé à affirmer que la récolte est *en déficit* d'environ 4 millions d'hectolitres. Heureusement, il existe un stock assez fort de l'an dernier. En effet, consommation prise et semence, de 86 à 130 hectol. produits, restaient 44 millions d'hectol. disponibles. On en a exporté environ 10 millions ; puis, comme une partie du grain n'était pas très-bon, on en a employé à beaucoup d'usages industriels. Malgré cela, il en reste encore de 15 à 18 millions ; il n'en faut que quatre ; donc nous possédons *plus qu'il ne faut* pour notre consommation.

Cependant il n'est pas inutile ni sans intérêt de jeter un rapide coup d'œil sur l'étranger : tous les peuples se tiennent. L'Angleterre a peu, elle demandera donc du blé à l'étranger ; elle en demandera plus que l'an dernier, parce que partout il y a eu une bonne récolte ; cette année ce n'est pas de même, nous en savons quelque chose. En Allemagne, la récolte est bonne ; elle aura assez de blé pour son usage. En Russie, mauvaise ; aux Etats-Unis, au dessous de la moyenne. Italie et Autriche, bonne ; Hongrie, mauvaise ; principautés danubiennes, au dessous de la moyenne. D'où il résulte que, pour la France, les étrangers ont plutôt des blés à demander qu'à fournir.

Aussi, dit M. J.-A. Barral, peut-on prédire, à coup sûr, *la hausse* des blés en France.

Enfin, cette année, il y a pas mal de blés récoltés dans de mauvaises conditions ; il ne faut pas en tenir compte dans l'estimation générale ci-dessus de la récolte, avant qu'elle soit battue. Si nous passons aux autres grains, nous pourrons dire que cette année :

La récolte en seigle est bonne ;

Celle de l'orge, moins que l'an dernier ;

Celle du maïs, de même moins bonne ;

Celle de l'avoine, beaucoup meilleure que l'an passé.

M. Albert ROUSSILLE

Professeur de chimie à l'Ecole nationale d'agriculture de Grand-Jouan.

EXPÉRIENCES RELATIVES A L'ASSIMILABILITÉ DES PHOSPHATES FOSSILES. — ACTION FACHEUSE DU SULFATE D'AMMONIAQUE DANS UN SOL PRESQUE DÉPOURVU D'ACIDE PHOSPHORIQUE

EXTRAIT

— Séance du 23 août 1875. —

Les expériences entreprises au champ d'études de l'École nationale d'agriculture de Grand-Jouan ont eu pour objet de déterminer le degré de créance que l'on peut accorder à l'essai préalable des phosphates fossiles naturels par une solution titrée d'oxalate d'ammoniaque.

Le sol sur lequel les expériences ont été établies a été analysé : 100 gr. de terre renfermaient 0 g. 005 d'acide phosphorique et 0 g. 149 d'azote.

Une planche avait été réservée et ne reçut aucun engrais, les quatorze autres, d'une largeur d'un mètre et d'une longueur de dix, reçurent soit du sulfate d'ammoniaque seul, soit du super-phosphate de chaux seul, soit des mélanges de phosphate de chaux, renfermant cinquante grammes d'anhydride phosphorique, et de sulfate d'ammoniaque. Chaque planche reçut, dans une moitié, de la graine de sarrasin, dans l'autre, 46 plants de betteraves globe jaune.

Les résultats ont été peu favorables à la prévision de l'assimilabilité relative des phosphates par l'emploi de la solution (1) d'oxalate d'ammoniaque ; la levée du sarrasin ayant été très-irrégulière, toute conclusion doit être ajournée.

Un fait très-important s'est pourtant nettement dégagé de ces expériences. — Non-seulement les sels ammoniacaux ne favorisent pas la végétation dans les sols, presque toujours dépourvus d'acide phosphorique et riches en azote, mais encore ils l'entravent très-fortement. — Cela ressort des chiffres fournis par les récoltes des trois premières planches.

La planche n° 1 reçut 300 gr. de sulfate d'ammoniaque.

— n° 2 ne reçut rien.

— n° 3 reçut 150 gr. 6 de superphosphate de chaux renfermant 50 gr. d'anhydride phosphorique.

Les récoltes ont été, pour le sarrasin :

	Nombre de tiges.	Récolte totale.	Grain.	Paille.	Déchet.
Planche n° 1	750	1700 gr.	693 gr.	750 gr.	257 gr.
— n° 2	716	3200	1293	1450	557
— n° 3	637	5200	1825	2800	575

Pour les betteraves :

	Poids des racines.	Richesse en sucre.
Planche n° 1	19.300 gr.	95.53
— n° 2	27.000	102.12
— n° 3	29.200	115.29

(1) Voir *Comptes rendus du congrès de Lille* (1874), p. 967.

Dans les deux cas, l'emploi exclusif du sulfate d'ammoniaque a amené une diminution du poids de la récolte, et dans un cas, l'abaissement de la qualité des produits, tandis que le superphosphate de chaux a produit un effet diamétralement opposé.

M. A. LADUREAU

Directeur de la Station agronomique du Nord, à Lille.

NOTE SUR LES EAUX D'ÉGOUT DE ROUBAIX ET DE TOURCOING

— Séance du 23 août 1875. —

Les villes de Roubaix, Tourcoing et Reims sont, comme chacun le sait, le centre de la production des étoffes de laine de la France, et on peut presque même dire, de l'Europe. Il s'y travaille chaque jour des milliers de kilogrammes de laine, qui, amenée à l'état brut, en sort complétement ouvrée et propre à vêtir les habitants de l'ancien et du Nouveau-Monde. Une industrie aussi développée doit nécessairement donner une énorme quantité de déchets, de résidus et de bas produits, et si l'on songe que la laine brute renferme quelquefois 30 et même 40 % de son poids de suint, c'est-à-dire de matières organiques animales, on pourra se faire une idée approximative de la proportion considérable de matières utiles complétement perdues par ces deux villes dans leurs égouts.

C'est l'emploi, l'utilisation de ces matières, agents précieux de fertilisation, qui font l'objet de cette note.

Malgré leur immense importance industrielle, Roubaix et Tourcoing n'ont pas d'eau ; aucun cours d'eau, fleuve, rivière ou canal, ne vient y apporter cet élément si indispensable à toute industrie, et c'est au prix de sacrifices assez considérables qu'elles ont dû, il y a quelques années, créer une canalisation longue et dispendieuse, pour amener chez elles les eaux de la Lys, les forages qui, jusqu'alors, avaient à peu près suffi aux besoins de l'industrie, devenant tout à fait insuffisants, et l'essor de ces deux grandes villes paraissant gravement compromis par suite de cette disette d'eau. Or, une eau qu'on va chercher si loin et à si grands sacrifices, coûte assez cher; aussi les industriels, si soucieux de leurs intérêts, ne la perdent-ils que quand elle est devenue impropre à tout usage, c'est-à-dire quand elle est chargée d'une telle quantité de matières étrangères que l'industrie ne puisse plus en tirer aucun parti. Cette remarque suffira pour expliquer le volume relative-

ment peu considérable d'eaux industrielles qui s'échappe de ces deux villes, et leur immense valeur comme agent de fertilisation.

A Roubaix, les deux principaux égouts sont : le ruisseau dit le Trichon encaissé dans un aqueduc dans la presque totalité de la ville, et l'aqueduc collecteur de la Grand' Rue. Ces deux artères reçoivent presque toutes les eaux de la ville, et se réunissent en un seul courant qui prend le nom de l'Espierre vers la limite du territoire de la commune, côtoie le canal de l'Espierre et va se jeter dans l'Escaut, près de l'embouchure de ce canal, en Belgique.

Le débit de ce ruisseau, constaté le 13 juin 1874, est en moyenne de 180 litres par seconde, pendant le jour, et de 55 litres pendant la nuit, ce qui fait environ 101,520 hectolitres, ou 10,152 mètres cubes par journée de 24 heures. Chaque année, la ville de Roubaix éprouve les plus grandes difficultés avec l'administration belge, qui se plaint que l'on infecte le cours de l'Escaut par l'énorme quantité de détritus organiques ou autres qu'y déverse le canal de l'Espierre. De plus, dans les périodes de crues subites, à la suite d'orages par exemple, les égouts et aqueducs envasés à perpétuité ne peuvent suffire à l'écoulement de ces eaux et inondent alors les caves qui se trouvent à leur niveau sur leur passage ; pareil fait s'est encore produit dernièrement et a menacé de causer à la ville un préjudice assez considérable.

A Tourcoing, toutes les eaux de la ville sortent par trois petits fossés tantôt en aqueducs, tantôt à ciel ouvert, qui sont :

1° La Becque d'Halluin, qui reçoit les eaux des rues de Gand, du chemin des Mottes, du Calvaire, de l'abattoir, rue Nationale, etc., et se dirige sur Neuville, Roncq et Halluin. Son débit moyen est de 3 hectolitres par minute pendant le jour, d'après les renseignements qu'on nous a communiqués.

2° Le Riez du Château, recevant les eaux des rues du Château, Verte, du Haze, de la Cloche, du moulin à Fagots, de Guisnes, etc. ; il passe au pont des Piats, et se jette dans l'Espierre, du côté de Wattrelos. Son débit est de 13 hectolitres par minute, pendant le jour.

3° L'Espierre, qui vient des Francs, de la rue du Dragon, des rues de Lille, de Roubaix, des Carliers, etc., et se dirige vers Dottignies. Son débit est de 15 hectolitres et demi par minute.

On voit que le débit total de Tourcoing, pendant les 12 heures de jour, c'est-à-dire de travail, est d'environ 22,520 hectolitres ou 2,252 mètres cubes ; avec la nuit on peut compter environ sur 3,000 mètres cubes : ce qui est excessivement peu de chose, relativement à l'étendue de cette grande ville, au nombre considérable d'usines qu'elle renferme et à sa population de 45,000 âmes.

Nous avons expliqué plus haut les causes de cette anomalie : nous n'y revenons donc pas et constatons seulement que les eaux des égouts dont nous venons de parler, sont toujours, en tout temps, d'une saleté dont on ne peut se faire idée. On croit voir couler un flot d'encre, et certes, cette fois, ce n'est pas le flot, mais bien le spectateur qui recule épouvanté. En été surtout, quand la chaleur du soleil active l'évaporation et la décomposition de ces cloaques, ils exhalent alors des miasmes putrides, et présentent certainement un danger sérieux pour la santé publique. Outre la question d'utilité publique, il y a donc là une question de salubrité du plus haut intérêt. Surpris d'un pareil état de choses, et cherchant les moyens d'y obvier et de tirer un parti utile de ces foyers d'infection, nous avons pris, à diverses époques de l'année et à différentes heures de la journée, des échantillons d'eau dans les quelques égoûts désignés ci-dessus. Le résultat des analyses que nous en avons faites, nous a montré que ces eaux sont généralement plus chargées à la fin de la journée qu'au commencement, et que leur composition varie peu pendant l'année, et suit en général la marche des affaires, ce qui se conçoit parfaitement.

Quant à leur composition moyenne, elle peut s'établir ainsi :

Matières insolubles tenues en suspension, par litre..... 3 gr. 30
Sels solubles — — par litre..... 1 gr. 35.

Les matières insolubles sont constituées par des poils de laine très-courts, les plus longs étant ramassés, autant que possible, et constituant, pour la seule ville de Roubaix, un bénéfice annuel qui peut s'élever à 20,000 francs, puis des matières organiques diverses, crottins de mouton désagrégés par les bains et les opérations diverses du peignage, débris de bois, paille, sulfate, phosphate et carbonate de chaux, alumine, savon calcaire, etc.; ces matières renferment à l'état sec de 2 à 2, 80 % d'azote, ce qui correspond à 0 gr. 071 par litre, soit 71 gr. par mètre cube. Les sels solubles dans l'eau sont constitués en très-grande partie par des matières organiques solubles, des savons et des carbonates, sulfates et chlorures de potasse, de soude et d'ammoniaque, cette dernière base provenant en partie du traitement des laines dans certaines usines, et pour le reste, de la décomposition des matières organiques. L'efficacité de ces eaux est telle que, sur tout le parcours des petits canaux qui les renferment, la végétation se remarque par sa puissance et son activité; les orties, les herbes qui poussent sur leurs bords, y obtiennent un accroissement des plus rapides, et y atteignent des proportions peu accoutumées. Si l'on compare la composition de ces eaux, qui, nous venons de le dire,

renferment moyennement 3 k. 300 gr. de matières organiques et minérales insolubles, 71 gr. d'azote et environ 65 gr. de potasse avec celles des eaux d'égouts de Paris qui rendent de si grands services à la culture de la plaine de Gennevilliers, on verra que les eaux d'égouts de Roubaix et Tourcoing valent environ le double de celles de Paris, dont voici également la composition moyenne. Un mètre cube renferme 1 kilog. de matières solides comprenant 440 gr. de matières organiques et 660 gr. de matières minérales, sable, argile, carbonates, oxyde de fer, etc., plus 48 gr. d'azote, 16 gr. d'acide phosphorique et 33 gr. de potasse. Or, si avec ces eaux on obtient les superbes résultats que l'on connaît, que ne ferait-on pas avec les eaux de nos deux villes?

Nous savons que l'on utilise actuellement sur 143 hectares de superficie dans la plaine de Gennevilliers, la quantité énorme de 86,400 mètres cubes d'eau par journée de 24 heures; que l'on monte à Clichy une nouvelle machine qui portera le débit de ces eaux de 1,000 litres à 1,750 litres par seconde, c'est-à-dire qui le doublera presque, et que l'hectare, dont la location avant l'installation des eaux coûtait de 100 à 150 fr. par an, vaut maintenant de 300 à 500 francs.

Quant au parti à tirer des eaux industrielles et ménagères dont nous venons de vous entretenir, nous laissons à l'expérience pratique le soin de le déterminer et de décider s'il doit être préférable d'utiliser ces eaux par un système d'irrigations analogue à celui de la plaine de Gennevilliers, ou de précipiter leurs matières organiques et autres tenues en suspension par du sulfate d'alumine, ou de l'aluminate de soude, de manière à avoir des dépôts de boues qu'on vendrait à l'agriculture comme engrais, et de l'eau limpide qu'on pourrait alors utiliser de nouveau pour les besoins de l'industrie et l'alimentation des machines. Personnellement, néanmoins, nous croyons l'irrigation préférable. — Nous nous sommes borné à appeler l'attention de l'Association française pour l'avancement des sciences, sur cette double question de l'hygiène et de l'intérêt particulier de ces grandes cités ouvrières, dans l'espoir que la publicité donnée à nos travaux déterminera leurs municipalités ou de grandes compagnies financières à utiliser ces richesses perdues et à tirer de cette situation le meilleur parti possible.

M. ALFRED RENOUARD, FILS

Filateur de lin à Lille, secrétaire du comité de Filature de la Société industrielle du Nord.

SUR LA ROTATION DES LINS (1)

— Séance du 25 août 1875. —

M. P.-P. DEHÉRAIN

Professeur à l'École d'agriculture de Grignon.

NOUVELLES RECHERCHES SUR LA GERMINATION (2)

EXTRAIT

— Séance du 25 août 1875. —

L'auteur a présenté l'an dernier au Congrès de Lille le résultat des recherches qu'il avait entreprises, avec la collaboration de M. Landrin, sur la germination. Quelques-uns de ses résultats ayant été contestés, M. Dehérain a refait de nouvelles expériences de vérification, et il est arrivé à se convaincre que ses premiers résultats étaient exacts. En effet, en soumettant à l'action du vide dans la machine d'Alvergniat des graines normales et des graines germées, il a reconnu qu'après la germination les graines contenaient beaucoup plus de gaz qu'elles n'en renferment à l'état normal. Il est donc évident que les gaz pénètrent dans les graines au moment où les testas sont ramollis par l'eau, et que c'est la condensation des gaz dans les tissus qui développe une quantité de chaleur suffisante pour déterminer l'attaque des principes immédiats par l'oxygène, et favoriser ainsi le phénomène de combustion qui accompagne la germination et peut-être la détermine.

(1) Voir *Annales agronomiques.*
(2) Voir *Annales agronomiques,* tome 1er, 2e fascicule, page 229.

MM. P. CHAMPION ET H. PELLET

QUANTITÉS D'AZOTE ET D'AMMONIAQUE CONTENUES DANS LES BETTERAVES

— Séance du 25 août 1875. —

Dans un récent mémoire inséré aux *Comptes rendus de l'Académie des sciences* (mars 1875, n° 12), MM. Frémy et Dehérain ont constaté que des betteraves, venues sur un terrain qui « recevait depuis longtemps des quantités considérables de fumier », étaient très-pauvres en sucre ; partant de là, ils ont cherché « s'il n'existerait pas une relation entre la quantité d'azote contenue dans le sol ou dans la betterave, et la proportion de sucre que présente cette racine ; et si une betterave qui se développe dans un sol fortement fumé et ayant à sa disposition une quantité exagérée d'engrais azoté, n'aurait pas une tendance à former des substances albumineuses plutôt que du sucre. » En effet, d'après les analyses citées par ces auteurs, une betterave à 5 pour 100 de sucre « contenait environ deux fois plus d'azote que celle qui avait donné 9,5 pour 100 de sucre. Cette observation a été confirmée par l'analyse d'un grand nombre de betteraves obtenues au Muséum, ou recueillies soit à l'Ecole de Grignon, soit dans le département de l'Aisne et dans celui du Nord. »

En résumé, d'après MM. Frémy et Dehérain, « les betteraves riches en sucre sont pauvres en matières albumineuses, tandis que les betteraves qui contiennent une forte proportion de substances azotées renferment peu de sucre. »

D'un autre côté, d'après M. Pagnoul (*Comptes rendus des travaux de la station agricole du Pas-de-Calais,* 1873, p. 5), « la double influence de l'azote et d'une grande distance favorise le développement, diminue la richesse saccharine, et augmente non-seulement la proportion relative, mais aussi la proportion absolue des cendres » ; et plus loin (p. 13) : « Ainsi l'azote introduit dans la deuxième parcelle a complétement modifié la constitution de la plante en diminuant la proportion du sucre..... L'appauvrissement de la plante résulte, au contraire, de l'abus des engrais, et surtout des engrais azotés. »

M. G. Ville était arrivé à des conclusions analogues (*Les engrais chimiques,* t. II, p. 27, 1869). Il avait constaté que « l'abus des matières azotées pouvait avoir les inconvénients les plus graves, et qu'il ne fallait pas dépasser 150 kilogrammes d'azote par hectare. Or, dans les environs de Lille, où l'on emploie de préférence le fumier et l'engrais flamand, il arrive souvent que la proportion d'azote s'élève dans les fumures à

300 ou 400 kilogrammes. Dans ces conditions, la betterave prend un développement excessif, sa racine est caverneuse, son tissu spongieux, et finalement elle est pauvre en sucre. »

A ce sujet, nous avons rappelé (*Journal des fabricants de sucre,* n° 4, 1875) que la teneur en sucre des betteraves est généralement en raison inverse du poids des racines, ce qui s'accorde avec les opinions de MM. Pagnoul, G. Ville, etc.

Aussi recommande-t-on, avec les proportions de fumier ordinairement employées, de semer la betterave après une première année de fumure, lorsque la récolte a enlevé en partie l'azote.

On peut admettre de plus qu'en présence d'un excès de fumier, les betteraves absorbent mécaniquement une certaine quantité de matières azotées. Néanmoins nous avions conclu de nos essais que, d'une manière générale, la proportion de l'azote contenu dans les betteraves augmente avec la teneur en sucre, et nous citions à l'appui les résultats suivants, obtenus pendant la dernière campagne (1874-75), sur des betteraves de diverses provenances, sans tenir compte du mode de culture ni de la quantité d'azote contenue dans les engrais :

	Richesse saccharine des racines.	Matières azotées pour 100 gr. de matière normale.
1874.....	15.6	2.4 (azote, 0,35).
	14.0	2.9
	13.6	3.3
	13.3	2.9
	12.4	1.7
	12.4	1.9
	11.0	2.2
	11.0	1.6
	10.4	1.3
	9.2	1.3
	8.6	1.1
Mars 1875.....	12.0	2.9
	11.3	2.2

La contradiction qui existe entre plusieurs chiffres du tableau précédent n'est qu'apparente et provient de l'absence de données sur les quantités et la nature des engrais employés. En effet, il résulte d'un important travail de M. H. Joulie, dont il a bien voulu nous communiquer quelques extraits, que les betteraves, à richesse égale de sucre, contiennent d'autant plus d'azote qu'elles ont été cultivées sur des terrains ayant reçu une plus grande quantité d'engrais azotés.

	Richesse saccharine des betteraves.	Azote sous forme d'engrais par hectare.	Azote pour 100 gr. de matière normale.
1°	11.00	130 kilog.	0.528
	11.06	65	0.352
2°	11.45	65	0.308
	11.59	65	0.387
3°	12.97	65	0.429
	12.53	0	0.264

On peut conclure de là qu'il est nécessaire de tenir compte de la proportion d'azote apportée par les engrais, pour établir un rapport entre la richesse saccharine et la teneur en azote des racines.

En groupant les résultats d'analyse obtenus par M. H. Joulie, on obtient le tableau suivant :

	Richesse saccharine des racines.	Azote pour 100 gr. de better.
Parcelle n'ayant pas reçu d'azote.....	12.53	0.264
	13.58	0.308
	15.24	0.515
Parcelles ayant reçu 65 kilog. d'azote par hectare.	11.06	0.352
	11.59	0.387
	12.97	0.429
	14.98	0.472

Ces chiffres confirment pleinement la loi que nous avions admise, et pour préciser davantage nous dirons que, sur un même terrain et pour une même dose d'azote dans l'engrais, les betteraves contiennent d'autant plus d'azote qu'elles sont plus riches en sucre.

Rapport entre les quantités d'azote et de sucre contenues dans les betteraves.
(Septembre 1875.)

Cultures de MM. Vilmorin, Andrieux.	Nature des racines.	Sucre pour 100 grammes de betteraves.	Azote pour 100 grammes. de la matière normale.
1° Même terrain (42k azote, et 96k) d'acide phosphor.	Vilmorin, améliorée, à sucre.	12.6	0.185
	Collet rose, — à sucre.	8.4	0.160
	Globe jaune (fourragère)....	6.2	0.120
2° Terre forte, récolte sur 2e année de fumure.	Vilmorin, améliorée, à sucre.	12.3	0.168
	Collet rose, — à sucre.	8.9	0.170
	Globe jaune (fourragère)....	5.4	0.113
3° Betteraves fourragères (même terrain).	Jaune d'Allemagne..... ...	7.5	0.150
	Jaune ovoïde des Barres...	6.2	0.106
	Disette d'Allemagne rose....	6.1	0.096
	Disette blanche, collet vert..	6.4	0.085

Quantités d'azote contenues dans les différentes parties d'une betterave.

	Azote pour 100 grammes de matière normale.	
	1	2
Collet	0.30	0 295
Extrémités des racines.....	0.33	0.260

On sait en effet que dans les collets il y a une proportion plus élevée de matière étrangère au sucre.

	Azote pour 100 grammes de matière normale.	Sucre pour 100 grammes de matière normale.
Parties opaques d'une même tranche....	0.263	11.27
— transparentes —	0.230	10.00

Ces résultats s'accordent avec la loi que nous avons établie sur la teneur en azote des betteraves à différente richesse saccharine.

Comme suite à ce qui précède, il y avait lieu de chercher s'il existait dans les racines un rapport entre la production du sucre et celle des matières azotées.

	Richesse saccharine.		Azote pour 100 g. de sucre.
1874.....	14.4		3.1
	14.0		3.2
	13.6		3.8
	12.4		2.4
	11.0		2.7
	10.4		1.8
	9.1		1.7
	9.2		2.1
	8.6		1.9
Mars 1875.....	12.0		3.7
	11.3		3.0
D'après les résultats de M. Joulie.	12.53	Terrains n'ayant pas reçu d'azote.	2.10
	13.58		2.26
	15.24		3.37
	11.06	Terr. ayant reçu 65 kil. d'azote par hectare.	3.18
	12.97		3.31 (1)

D'où l'on conclut que, dans les betteraves à richesse élevée, 100 grammes de sucre correspondent à une plus grande proportion de matières azotées que dans les betteraves pauvres.

Si, d'un autre côté, on calcule d'après les chiffres précédents le rapport entre l'azote et la matière sèche, on trouve que, pour une même culture et une égale proportion des engrais azotés, ce rapport ne subit que de légères variations, mais que la quantité d'azote augmente entre certaines limites, avec la teneur en azote des engrais.

EXEMPLE. — Betteraves d'Allemagne, sans engrais, sucre 14 4 %. Azote %, matière sèche..... 0.80

Betteraves françaises, 5000k de nitrate de soude à l'hectare, sucre 5.6 %..... 1.85 (2)

	Sucre pour 100 de betteraves.	Matières azotées.
(1) D'après MM. Joulie.....	10 à 13	2.4
Renard.....	9.0	1.1
Péligot (Basset, p. 92).....	4.2	1.0
—	7.3	0.8
—	10.0	1.8
—	11.9	1.6
Payen.....	10.5	1.1 à 1.5

(2) Le dosage de l'azote à l'aide de la chaux sodée, indique tout l'azote contenu dans la betterave, sous forme de matière organique, d'ammoniaque et d'azotates. L'un de nous a démontré en effet qu'en présence d'un excès de matières organiques, contenu dans la betterave, et de la chaux sodée l'azote des nitrates est transformé complétement en ammoniaque.

D'après nos essais, la quantité d'ammoniaque contenue dans les betteraves est en raison inverse de la richesse saccharine (1).

Richesse de la betterave.	Ammoniaque pour 100 g. de matière normale.
11.3	0.0052
11.3	0.0068
9.0	0.0070
9.0	0.010 (2)

D'après M. A. Renard :

Richesse de la betterave.	Ammoniaque pour 100 grammes de matière normale.
9.2	0.007
8.9	0.011
8.6	0.015

Dans les feuilles de betteraves, l'ammoniaque varie dans la proportion de 0,015 à 0,020; la graine de betteraves ne paraît pas contenir de sels ammoniacaux.

M. A. BOBIERRE

Directeur du Laboratoire de chimie agricole de la Loire-Inférieure.

RECHERCHES SUR LA VOLATILISATION DE L'AZOTE DU GUANO PÉRUVIEN (3)

EXTRAIT

— Séance du 25 août 1875. —

M. BOBIERRE présente un travail sur la volatilisation de l'azote du guano péruvien.

Il résulte des expériences mentionnées dans ce mémoire :

1° Que la déperdition en azote du guano péruvien, dont l'importance est réelle sous l'influence des transports et de l'emmagasinage, devient insignifiante à la température ordinaire si l'engrais est additionné d'une suffisante quantité de noir animal fin (15 à 20 pour 100);

2° Que des terres arables, alors même qu'elles ne renferment que des traces de matières organiques, fixent énergiquement l'ammoniaque du guano à la température de + 15°;

(1) Pour doser l'azote contenu dans les jus sous forme de sels ammoniacaux, il est nécessaire d'employer le procédé de M. Boussingault, c'est-à-dire de distiller le liquide en présence de la magnésie et non de la potasse. En effet, le jus traité par l'acétate de plomb tribasique et le tannin, renferme encore des matières azotées dont la proportion varie suivant la quantité primitive. Ces matières azotées non précipitées sont attaquées par la potasse et donnent de l'ammoniaque.

(2) Les quantités d'ammoniaque peuvent varier avec les proportions d'azote (organique, ammoniacal, ou nitrique) contenu dans le sol.

(3) Le travail complet a été inséré dans les *Annales d'Agronomie*. T. I, 1875.

3° Que le pouvoir fixateur du sable siliceux est nul ;

4° Que la terre ordinaire condense et retient fortement l'ammoniaque du guano alors même que cet engrais subit la décomposition que détermine dans sa masse l'action de la chaux vive très-divisée ;

5° Qu'avec de la tourbe, la fixation de l'ammoniaque ainsi dégagée se fait d'une manière absolue ;

6° Qu'en raison même de ces observations, le traitement dispendieux du guano péruvien par l'acide sulfurique, traitement qui empêche évidemment toute déperdition d'azote pendant les transports et l'emmagasinage de l'engrais, n'a pas d'utilité pour l'agriculture (1).

Ces conclusions découlent d'une série d'expériences qu'il ne faut apprécier qu'au point de vue comparatif. Il est évident, en effet, qu'en faisant varier la quantité d'air, la température, les proportions relatives de l'engrais et de la terre, on fût arrivé à des résultats intéressants. Il convient toutefois de remarquer que la fixation de l'ammoniaque à une température de + 15° centig. par une terre dépourvue d'humus, dont le poids n'est à celui du guano que comme 5 est à 1, constitue un fait dont la signification agricole est absolue. Il n'est pas inutile de faire remarquer d'ailleurs que le passage de l'air dans un tube constitue une cause de volatilisation bien plus énergique que le contact du même gaz dans les interstices du sol.

Toutes ces observations ont porté sur de la terre séchée à 100°, dont le pouvoir condensateur pour l'ammoniaque serait, d'après M. Brustlein, un maximum : le guano employé provenait du gisement de Macabi, qui, avec celui de Guanape, alimente exclusivement aujourd'hui l'agriculture française.

(1) Le *guano dissous*, fabriqué depuis quelque temps au moyen des guanos Guanape et Macabi additionnés d'acide sulfurique, offre, d'après les analyses de M. Bobierre, une composition constante représentée par les chiffres suivants :

Matières volatiles au rouge 64.00.	Humidité déterminée à 100°		15.40
	Ammoniaque toute formée		8.90
	Azote à l'état de matière organique		1.92
	Matière organique (déduction faite de l'azote) et eau de combinaison		37.78
Matières fixes, 36.00	Acide phosphorique soluble dans l'eau (correspondant à 19.85 de phosphate tribasique de chaux)		9.11
	Phosphate tribasique de chaux (renfermant 2 29 d'acide phosphorique)		5.00
	Sels alcalins et magnésiens (renfermant 1.09 de potasse)		2.80
	Sulfate de chaux, — chaux unie à une portion de l'acide phosphorique soluble		17.10
	Résidu siliceux insoluble dans les acides		1.99
			100.00
	Azote à l'état ammoniacal	7.33	
	Azote contenu dans la matière organique	1.92	
	Total...	9.25	
	Soit ammoniaque	11.23	

M. BAILLOU

de Vérac (Gironde).

SUR LE PHYLLOXERA

— Séance du 26 août 1875. —

M. G. FLOURENS

Ingénieur chimiste à Haubourdin (Nord).

SUR LA VALEUR DES RÉSIDUS DE L'INDUSTRIE POUR L'ALIMENTATION DU BÉTAIL

— Séance du 26 août 1875. —

Il est très-important pour le cultivateur d'être renseigné sur la valeur des différents résidus que l'industrie met à sa disposition pour l'alimentation du bétail, et il est aussi très-important pour l'industriel de savoir la proportion de matière utile que retiennent ces mêmes résidus. C'est dans ce but que j'ai rédigé la note suivante, dans laquelle nous examinerons les différentes drèches de distilleries, de sucreries et d'amidonneries.

PULPES DE BETTERAVES

1° Pulpes de distillerie du système Champonnois.

L'on sait que dans ce procédé, la betterave coupée en lanières est soumise à la macération dans la vinasse sortant de l'appareil à distiller et refroidie à 80° c. On ajoute toujours avant la macération une certaine proportion d'acide sulfurique étendu sur les tranches de betteraves, de sorte que la vinasse est toujours très-acide. On obtient pour 100 k. de betteraves 65 k. de pulpe, contenant 88 à 90 °/₀ d'eau.

Nous avons eu l'occasion d'essayer de ces pulpes, qui contenaient 2,75 à 2,50 de sucre, ce qui est très-notable et ce qui représentait le $\frac{1}{4}$ du sucre de la betterave titrant 8 °/₀ de sucre.

En prolongeant la macération, on avait toujours 2 à 2,25 °/₀ de sucre dans les cossettes, qui devenaient alors très-tendres et se démêlaient sous l'influence trop longtemps prolongée de la vinasse acide qui les désagrégaient.

Pour éviter cet inconvénient, nous avons essayé de terminer la macération par le passage sur les cossettes d'un certain volume d'eau chaude qui était envoyé ensuite avec les jus faibles sur les cossettes neuves, au commencement des macérations suivantes. Nous avons trouvé ainsi qu'on arrive à ne plus laisser que 1 à 1,50 % de sucre dans la pulpe sans diminuer sensiblement sa teneur en azote, car les matières albuminoïdes solubles qui n'ont pas été enlevées par la vinasse ont déjà été coagulées sous l'influence de la température de 80° dans l'intérieur du tissu de la betterave. On obtient un produit plus marchand, qui ne se démêle pas en bouillie quand on vide les macérateurs.

La pulpe obtenue dans les distilleries Champonnois contient en moyenne :

Eau.....	88 à 90
Sucre.....	1 à 1 50 ou 2 à 2 50
Matières azotées	1 60
» minérales.....	0 60 à 0 90
Azote à l'état sec.....	2 55 à 2 60

2° *Pulpes de betteraves des sucreries opérant avec les presses hydrauliques.*

Quand on ne fait qu'une seule pression, ces pulpes renferment :

Eau.....	75	à	77
Sucre.....	6	à	7
Matières azotées	2 25	à	2 35
» minérales.....	2		
Azote à l'état sec.....	1 40	à	1 50

DRÈCHES DE BRASSERIE.

Nous avons essayé un certain nombre d'échantillons de drèches de brasseries et nous avons obtenu les résultats suivants pour leur composition :

Eau.....	74 50	à	76 90
Dextrine, amidon.....	4 75	à	4 25
Substances azotés.....	4 10	à	4 20
» minérales.....	» 75	à	1 »
Azote à l'état sec.....	2 70		

Au point de vue industriel, on remarque que ces drèches contiennent encore notablement d'amidon et de dextrine : à l'état sec 18 % qui re-

présentent une plus grande proportion de l'amidon du grain, parce que l'on avait ajouté au brassage de la courte paille pour faciliter la filtration du moût. Nous avons trouvé des drèches contenant 6,50 d'amidon et 75 °/₀ d'eau, mais elles retenaient beaucoup de grains qui n'avaient pas germé. Dans tous les cas, les brasseurs doivent apporter beaucoup de soins au maltage et à la trempe du grain ; sans cela, ils s'exposeraient à des pertes notables.

DRÈCHES DES DISTILLERIES DE GRAINS (¹).

Ces drèches constituent une boisson très-recherchée pour l'alimentation des vaches laitières, qui la prennent avec une grande avidité.

Elles pèsent 1,008 au densimètre à 15° c. et contiennent 2 °/₀ d'extrait sec renfermant 4 °/₀ d'azote. Leur teneur en azote n'est donc que 0,08 °/₀.

Ces résidus donnent avec l'iode une coloration légèrement violette, mais la proportion de dextrine qu'ils contiennent n'est pas appréciable au saccharimètre; la proportion de glucose y est très-minime : 1 à 3 millièmes. Ils renferment notablement d'acides lactique et acétique; leur acidité correspondait dans un dernier échantillon à 2ᵍʳ 25 d'acide sulfurique mono-hydraté par litre.

Ces résultats prouvent qu'en distillerie, en saccharifiant par le malt, on épuise complétement le grain de tout l'amidon qu'il contient, et que la dextrine contenue dans le moût, avant la fermentation, se transforme encore dans les cuves en glucose sous l'influence de la diastase et ensuite en alcool sous l'action de la levure de bière; on ne perd que ce qui se transforme sous l'influence des fermentations étrangères. Un moût avant fermentation pesait 1026 et renfermait :

Dextrine.....	3 70
Glucose.....	1 46

DRÈCHES DES AMIDONNERIES DE MAÏS

Je vous dirai d'abord quelques mots de la façon dont on traite le maïs pour en extraire l'amidon :

Le grain est ordinairement trempé dans l'eau pendant un ou plusieurs jours pour produire son ramollissement, puis broyé dans une série de meules dans lesquelles on fait arriver un filet d'eau ; le produit de la mouture passe dans des tamis qui séparent les drèches de l'eau blanche que l'on envoie aux plans inclinés où l'amidon se dépose; l'eau est

(¹) Opérant par le procédé hollandais ou à moûts troubles.

recueillie dans des citernes où on la laisse déposer; la matière caséeuse qui était en suspension se précipite, on la recueille, on la fait égoutter et on la vend aux cultivateurs sous le nom de gluten. Cette matière contient :

	Etat sec.	Etat humide. 75 % d'eau.
Amidon.....	46	11 50
Matières azotées.....	25	6 25
» minérales	1	0 25
» non azotées.....	28	7
	100	100 00
Azote..... ...	3 90 à 4	1 %

La drèche recueillie sur les tamis offre la composition suivante :

	Etat sec.	Etat humide 75 %. d'eau.
Amidon.....	60	15
Matières azotées.....	15 à 19	3 75 à 4 75
» minérales....	1 7 à 1 5	0 70

Quand on examine cette drèche au microscope, on aperçoit un grand nombre de granules d'amidon entrelacés dans les fibres et les vaisseaux du grain ainsi que les débris du tissu cellulaire, on croirait même que les cellules contiennent encore des granules dont on n'aperçoit pas la dépression appelée hile, mais en traitant sur le porte-objet du microscope, la matière par la teinture d'iode, on s'assure que les cellules sont vides ; les grains d'amidon prennent alors leur couleur bleue, ils sont parfaitement isolés; le tissu cellulaire prend une teinte jaune foncé et offre l'aspect de gâteaux de cire dont les cellules représentent les alvéoles.

La composition des drèches et leur teneur en azote peut varier avec la nature du maïs employé. Les résultats suivants qui représentent la composition de deux échantillons de maïs permettent d'apprécier ces différences.

ÉCHANTILLONS DE MAÏS SÉCHÉS A 120° C.

	1° Maïs blanc des Landes.	2° Maïs jaune d'Amérique conservé longtemps en magasin.
Amidon.....	65 20	65 50
Dextrine.....	0 90	2 43
Glucose	2 20	3 30

Matières grasses.....	10 00		5 70	
» azotées	9 75	Az = 1 50	11 60	= Az = 1 78
» minérales	1 20		1 52	
» non azotées.....	10 75		9 95	
	100 00		100 00	
Matières solubles dans l'eau.	7 20		8 50	

Comme pendant le travail industriel, le maïs ne perd que de l'amidon et des matières solubles composées principalement de dextrine et de glucose, on comprend que les drèches s'enrichissent en azote et constituent la partie la plus nutritive du grain.

Au point de vue de l'emploi pour la distillation, le maïs jaune contient un total de 71 20 % de matières pouvant se transformer en glucose et en alcool, et le maïs blanc n'en contient que 68 30. Nous avons rencontré des maïs jaunes qui renfermaient jusqu'à 75-76 % de matières saccharifiables.

Connaissant la composition de ces différents résidus, on poura se rendre compte si leur prix est en relation avec leur valeur nutritive. Ces différentes matières, employées dans une proportion convenable dans la ration alimentaire des bestiaux, peuvent donner de bons résultats, surtout dans les moments où les fourrages sont chers; alors ils offrent une précieuse ressource aux cultivateurs.

M. Albert ROUSSILLE

Professeur de chimie à l'Ecole nationale d'agriculture de Grand-Jouan.

PRÉSENTATION D'ÉCHANTILLONS D'ENGRAIS

EXTRAIT

— Séance du 26 août 1875. —

M. Roussille présente à la section d'agronomie deux échantillons ; l'un d'une matière pulvérulente rosée qui lui a été remise par un fabricant d'engrais de Nantes. Cette poudre, connue sous le nom de *cendre de tourbe,* est employée spécialement pour abaisser le titre du guano. C'est un produit pour la fraude, très-favorable à la dissimuler et qui se vend, à Nantes, par milliers de sacs. Il lui a semblé intéressant de se rendre compte de sa constitution.

Il a trouvé :

Carbone et eau, 12.05.

Sels solubles, 42.74, dont la potasse constitue 1.02 pour cent, et la soude 13.30 pour cent.

Les matières insolubles dans les acides donnent 11.31.

Matières solubles dans les acides, carbonate de magnésie et carbonate de soude, 33.90.

Les matières solubles dans l'eau sont des chlorures et sulfates de calcium, magnésium, sodium et potassium.

Ce qui est très-remarquable, c'est que cette cendre de tourbe, qui ne contient que des traces d'acide phosphorique, précipite très-abondamment par la méthode commerciale, c'est-à-dire par l'ammoniaque, lorsqu'elle a été préalablement dissoute dans l'acide nitrique, elle donne de 14 à 15 pour cent, même jusqu'à 21 pour cent, et 7 pour cent seulement de phosphate de chaux réel.

La seconde matière que M. Roussille présente à l'examen de ses collègues est une matière de couleur grise qui représente un superphosphate fabriqué à Belgarde à l'aide des phosphates des gisements de la compagnie, et de l'acide phosphorique brut qu'on y produit. Voici sa constitution, qui ne manque pas d'intérêt :

Eau d'hydratation	8.142
Eau de combinaison	12.275
Acide phosphorique libre	11.210
Acide phosphorique combiné, mais soluble dans l'eau	4.288
Acide phosphorique combiné, mais soluble dans le citrate ammoniacal	9.470
Acide phosphorique soluble dans les acides, acétique, etc.	8.250
Chaux	17.390
Acide phosphorique	7.760
Chlore	traces.
Matières insolubles dans les acides, constituées principalement par la chlorite et du sable de quartz	12.421
Magnésie, alumine, oxyde de fer, fluor non séparé	8.802

Ce superphosphate renfermait donc, lors de cette analyse, 33.21 pour cent d'acide phosphorique, dont 8.25 seulement n'était pas à l'état *assimilable*. M. Roussille fait observer qu'il emploie cette expression parce quelle est en usage, mais il déclare qu'à ses yeux elle est absolument impropre. Il a voulu savoir si, au bout de trois ou quatre mois, des traces de rétrogradation ne se montreraient point dans un sac où il avait conservé la matière en expérience. Or il a constaté que l'acide phosphorique libre, primitivement dosé à 11.210, était descendu à 10, puis à 9, et enfin, dans une expérience datant à peine de quelques jours, à 7.80. Ce fait tient à ce que l'acide phosphorique libre se combine, petit à petit, au fer. Le sulfate de chaux semble n'avoir aucune influence sur l'acide phosphorique; cependant, dans le dernier essai, M. Roussille a trouvé un peu plus d'acide sulfurique, qui semblait avoir été déplacé par l'acide phosphorique. Comme action, ce produit a donné des résultats supérieurs à tous les autres.

M. LADUREAU

Directeur du Laboratoire de l'État et de la Station agronomique du Nord.

DOSAGE DE L'AMMONIAQUE DANS LES ENGRAIS COMMERCIAUX

— Séance du 26 août 1875. —

14e Section

GÉOGRAPHIE

PRÉSIDENT D'HONNEUR.... M. le Vice-amiral OMMANEY, vice-président de la Société de géographie d'Angleterre.

PRÉSIDENT..... M. l'abbé DURAND, Vicaire de Notre-Dame de Paris.

SECRÉTAIRE..... M. le Dr HUREAU DE VILLENEUVE, Secrétaire général de la Société de navigation aérienne.

M. LE VICE-AMIRAL OMMANEY

Vice-président de la Société de géographie de Londres.

SOUVENIR D'UN VOYAGE AU POLE NORD, A LA RECHERCHE DE SIR JOHN FRANKLIN

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 20 août 1875. —

M. OMMANEY raconte ses impressions personnelles dans le voyage qu'il fit au pôle nord à la recherche de sir John Franklin. Il montre d'abord sur une carte le tracé de la première expédition, puis le tracé de celle où il se trouvait; il en donne les résultats acquis à la science.

DISCUSSION

M. HUREAU DE VILLENEUVE déclare que, dans son appréciation, il ne lui semble pas évident qu'il existe au pôle nord une mer libre; il sait que cette opinion est soutenue par la science allemande; mais il a des raisons pour s'en méfier. Les voyageurs qui ont parlé de cette mer ne l'ont pas vue de près et n'y sont pas arrivés. Ils disent l'avoir vue du haut d'une montagne de glace; mais il existe au pôle nord des mirages analogues à ceux des déserts de l'Afrique, et il est très-possible qu'ils aient été trompés par ces mirages. Il demande à M. Ommaney son opinion sur ce sujet.

M. OMMANEY déclare qu'il n'a aucune raison pour croire à l'existence de la mer libre; il peut croire tout au plus à un endroit où les banquises sont moins serrées.

M. L'ABBÉ DURAND

Professeur des Sciences géographiques à l'Université catholique de Paris.

DE PORT-NOLLOTH A SPRINGBOCK (AFRIQUE AUSTRALE)

EXTRAIT

— Séance du 20 août 1875. —

Un bateau à vapeur conduit de Cap-Town à Port-Nolloth sur Mossel-Bay (baie de Mossel).

Port-Nolloth est une petite ville de 500 à 600 âmes, étalée sur une plage aride, sur laquelle viennent affleurer des roches dénudées. C'est un centre commercial assez bien approvisionné ; la vie y est à bon marché. Il possède un télégraphe électrique, une poste, une imprimerie, un journal, une bibliothèque, une salle de réunion, une promenade publique, une plage pour les bains de mer, une église catholique, deux temples protestants, l'un pour les Anglais, l'autre pour les Hollandais. Quelques-unes de ses maisons ont deux étages ; la plupart n'en ont qu'un. Sur la plage, une douzaine de huttes indiquent les habitations des esclaves noirs aujourd'hui émancipés.

La baie de Mossel est spacieuse et sûre. Tel est le confortable que l'on rencontre dans un village improvisé sur une côte déserte, au sud de l'Afrique australe. Cependant les environs de la ville sont à peu près inhabités. Çà et là on rencontre, il est vrai, quelques fermes dans ce désert, mais la plus rapprochée est à six milles environ de Mossel-Bay.

A Port-Nolloth, vous prenez le chemin de fer qui vous mène à Anenous. Ses petits wagons ne peuvent contenir que quatre personnes et sa vitesse ne dépasse pas deux lieues à l'heure. Dans ce parcours, la voie traverse un désert monotone, formé d'une plaine ondulée et sablonneuse, parsemée de quelques arbustes rabougris et de rochers dénudés. Quelques huttes de Hottentots, groupées autour d'un puits, forment la petite station Cloek-Fonteim, sise à moitié chemin d'Anenous. En cet endroit, le rail-way se change en tramway. Des mules prennent la place de la locomotive et vous traînent à Anenous, qui est située à six lieues de la station. Dans cette dernière partie du voyage, le paysage devient plus gai ; on aperçoit des cultures plus nombreuses sur les plateaux qui environnent Cloek-Fonteim. Arrivé à Anenous, il faut prendre des chariots pour aller à Springbock. Ces véhicules sont d'énormes voitures non suspendues, conduites par des bœufs ou par des mules, que l'on mène ordinairement à fond de train en montant comme en descendant. Il n'y en a pas d'autres dans toute la colonie anglaise. Les voyageurs doivent donc se résigner aux secousses incomparables qui leur sont réservées dans ce voyage.

Springbock est le centre des mines de cuivre, qui attirent une émigration assez considérable dans cette contrée.

Springbock (ville des boucs sauteurs ou gazelles euchores), est le chef-lieu du Namaqualand, situé à vingt lieues de Port-Nolloth. Cette ville possède une résí-

dence et des écoles catholiques dirigées par les missionnaires français *des Missions africaines* de Lyon.

Cette localité a environ 300 habitants, dont au moins 100 européens. Depuis quelque temps, le nombre en a diminué, car une partie de la population a déserté la mine de cuivre.

Les localités qui dépendent de Springbock, sont :

1° *O'kiep,* station du chemin de fer, à 8 kilomètres avant d'arriver à cette ville. Elle a 1,500 habitants, dont quelques catholiques, et possède une mine de cuivre importante, un temple protestant et des écoles ;

2° *Concordia,* localité de 400 habitants, à 30 kilomètres au nord, où se trouve une mine de cuivre moins riche que celle d'O'kiep ;

3° *Spectakel,* située à la même distance de la précédente et dans la même direction. Elle a également 400 habitants et une mine de cuivre.

A 200 kilomètres, soit quatre journées au nord de Springbock, se trouve, au milieu du Bushmanland (terre des Boschimans), la ville de *Pella,* chef-lieu du district des Boschimans, près le fleuve Orange.

Le territoire de cette ville est très-fertile, bien arrosé et ombragé de figuiers qui atteignent des dimensions colossales. Le blé y donne des moissons remarquables.

En 1865, Pella était une localité florissante, possédant une mission protestante, mais elle fut détruite à cette époque par une révolte des Boschimans. Depuis ce jour, jusqu'à la fin de 1874, elle resta abandonnée. Or, le gouvernement du Cap ayant accordé aux missionnaires une concession de 23 kilomètres de superficie, pour l'établissement d'une réduction, deux de ceux-ci, appartenant à l'institut français des Missions africaines, sont venus en prendre possession le 16 décembre 1874, Ils ont construit eux-mêmes leur établissement et ont rappelé la vie au milieu de ce désert, où l'on ne rencontrait plus çà et là que quelques bergers du Namaqualand, conduisant les troupeaux de leurs maîtres. Aussitôt dix familles, dont deux damaras, deux hottentotes et six blanches ou métisses, sont venues se grouper autour d'eux et reconstruire la capitale du Buschmanland. En ce moment, d'autres doivent les avoir rejoints. Les missionnaires donnent à chaque famille un terrain arrosé par des sources d'excellente eau.

M. LE Dr HUREAU DE VILLENEUVE

Lauréat de l'Institut.

LE CANAL DE L'IRRAWADDY AU MÉKONG

EXTRAIT DU PROCÉS-VERBAL

— Seance du 20 août 1875. —

M. HUREAU DE VILLENEUVE donne le tracé du canal projeté par l'officier birman Ong-Zou, entre un affluent de l'Irrawaddy et le Mékong. Ce projet est approuvé par le roi des Birmans, Mendoh-Men, qui désire établir des relations com-

merciales avec la Cochinchine. Le roi s'offre de construire à ses frais les routes passant sur ses terres et dans le Laos birman, si elles sont jugées nécessaires pour la construction du canal. Le roi de Birmanie pourra aussi faciliter au commerce français l'acquisition des marchandises venant du Yunnam et qui passent régulièrement par ses Etats.

M. Hureau de Villeneuve ajoute que le roi Mendoh-Men a refusé aux Anglais la concession du chemin de fer de Bâmo au Yunnam, qu'il avait l'intention de l'accorder à une compagnie française, mais que l'insuccès du traité de commerce avec la France l'a engagé à faire cette concession à une compagnie italienne.

M. Antoine BREGUET

Ancien élève de l'Ecole polytechnique.

NIVEAU A MANOMÈTRE DE M. GALLAND, INGÉNIEUR DES PONTS ET CHAUSSÉES

— Séance du 21 août 1875. —

L'instrument que j'ai l'honneur de présenter au Congrès se compose de trois pièces principales :

1° D'un réservoir étanche facile à transporter.

2° D'un tube flexible et presque inextensible, dont la longueur peut dépasser 50 mètres sans produire un volume embarrassant.

3° D'un manomètre assez sensible pour accuser le centimètre et permettre d'en apprécier les fractions pour des hauteurs de 0 à 4 mètres, en dessus ou en dessous d'un point donné.

Le réservoir doit contenir un volume de près d'un demi litre d'eau. Il doit être étanche, tout en laissant un accès facile à l'air au dessus du liquide.

La forme la plus convenable à lui donner est celle d'un cylindre aplati, un peu évasé à sa partie supérieure pour que les petites différences dans le volume de l'eau ne changent pas sensiblement la hauteur de son niveau.

Ces différences de niveau ne pouvant provenir que de l'élasticité du tube, ne sont jamais importantes, et la disposition dont nous venons de parler corrige facilement leur influence.

Le tube, pour des longueurs de 10, 20 ou 30 mètres, peut sans inconvénient n'avoir que 2 ou 3 millimètres de diamètre intérieur, mais pour des longueurs de 50 à 100 mètres, son diamètre ne doit pas être moindre que 5 millimètres. — Un tube en caoutchouc, un peu épais

et garni de toile, peut remplir ces conditions sans cesser d'être transportable.

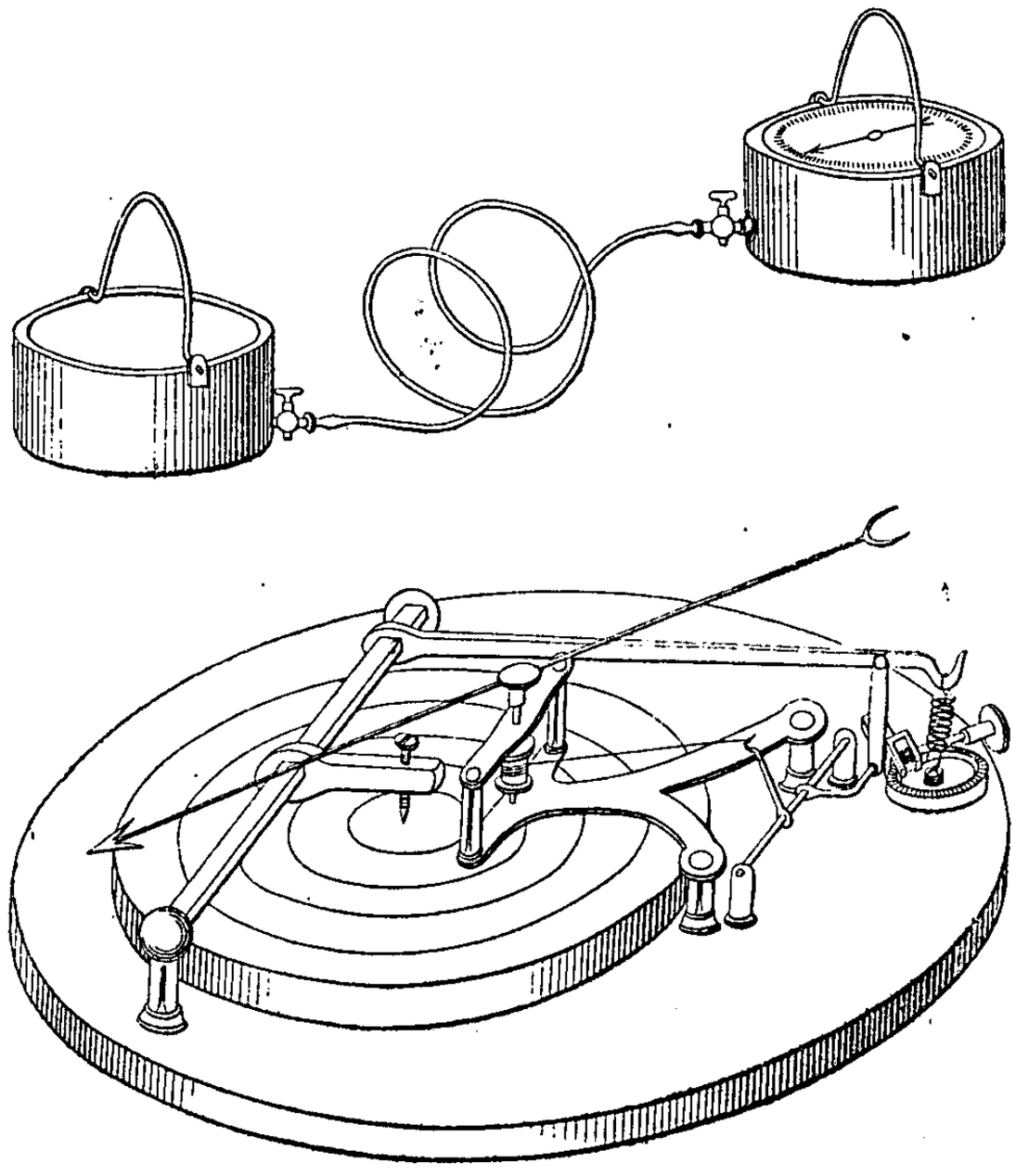


Fig. 108.

Les organes du manomètre sont, à peu de chose près, les mêmes que ceux qui composent un baromètre anéroïde ordinaire.

La boîte intérieure en maillechort, dans laquelle on fait le vide pour la construction d'un baromètre, est mise ici en communication avec le réservoir d'eau au moyen du tube qui débouche à sa partie inférieure.

Cette boîte doit être absolument purgée d'air et remplie d'eau bouillie.

Les ressorts qui, dans le baromètre anéroïde, soutiennent la boîte et font équilibre à la pression de l'air, font ici équilibre à la pression de l'eau qui domine celle de l'atmosphère ; leur action est donc renversée.

Avec ces dispositions et un multiplicateur convenable, l'aiguille du manomètre peut, dans un tour ou un demi tour du cadran, accuser des pressions de 4 à 5 mètres, à moins d'un centimètre près.

L'instrument agit également par aspiration ou sous pression, ce qui permet d'opérer régulièrement et d'une façon continue, le manomètre se trouvant soit au dessous, soit au dessus du réservoir. Il est important de bien distinguer ces deux sens de la marche de l'instrument, et, dans ce but, le cadran porte des divisions, noires d'un côté, rouges de l'autre, ce qui évite toute hésitation dans la lecture.

Le niveau à manomètre permet d'opérer très-rapidement dans un terrain de nature quelconque et avec des aides absolument inexpérimentés, car leur seul rôle consiste à porter le réservoir et à guider le tube.

M. Galland, qui s'est servi de son niveau pour lever les profils en long et en travers des lignes de chemins de fer turques à l'étude entre Sophia et Nisch, arrive à la rapidité prodigieuse de un kilomètre et demie à l'heure.

Les niveaux ordinaires sont tous fondés sur la rectitude du rayon visuel, et exigent par conséquent que deux opérateurs, tous deux expérimentés, puissent se voir d'une station à l'autre.

Le niveau Galland n'exige qu'un seul opérateur expérimenté, celui qui porte la boîte manométrique, et qui seul fait les lectures sur le cadran.

En outre, par son principe même, il permet de prendre la différence de niveau existant entre deux points cachés l'un de l'autre. Dans une galerie de mine contournée, par exemple, l'emploi d'un niveau collimateur ou d'un niveau d'eau demande beaucoup de temps, vu le grand nombre de stations à déterminer.

Avec le niveau à manomètre, les deux instruments, réservoir et manomètre, se placent à une distance égale à la longueur du tube, quels que soient les circuits que peut décrire celui-ci. La distance entre deux stations n'est donc limitée que par la longueur du tube flexible.

Ce n'est pas seulement dans les mines que cette propriété est utile, mais encore dans tout pays accidenté et coupé de broussailles. Il n'est pas besoin alors d'élaguer et d'émonder comme on doit le faire avec les autres instruments.

Pour tracer les courbes de niveau d'un mamelon, notre instrument peut rendre encore de grands services.

Un homme posté au sommet du mamelon, y retient le réservoir immobile, et un autre, portant le manomètre et se promenant autour du premier, se dirige de façon à ce que l'aiguille qu'il regarde, reste constamment sur la même division du cadran. Il sera ainsi assuré d'avoir parcouru une courbe de niveau.

Cette courbe jalonnée sera alors parcourue par le porteur du réser-

voir, tandis que celui qui porte le manomètre fera une opération identique à celle qu'il a déjà faite.

On conçoit tout ce que cette marche a de simple et de rapide.

Je n'insiste pas sur les autres cas où cet instrument se présentera encore avantageusement. On les trouvera facilement au fur et à mesure des besoins qu'on aura. Je veux seulement donner une idée de la précision des mesures, en disant que M. Galland, en Turquie, a fermé un polygone de près de 4 kilomètres à 2 ou 3 centimètres près.

NIVEAU ENREGISTREUR

En terminant, j'indiquerai un autre but que l'on peut atteindre avec le même instrument.

Il est parfois utile de connaître les variations du niveau d'un réservoir à une certaine distance. Or, en immobilisant le manomètre au point où on veut obtenir ces indications, et le faisant communiquer par une conduite étanche quelconque avec le réservoir, on comprend que l'aiguille montrera sur le cadran tous les changements de niveau qui pourront se produire.

En résumé, il semble que les boîtes élastiques des baromètres anéroïdes recevront encore de nombreuses applications. A l'observatoire de Montsouris, le directeur, M. Marié-Davy, se sert de ces mêmes boîtes pour un baromètre, un thermomètre, un psychromètre, et même un anémomètre, tous instruments enregistreurs.

M. LE COMMANDEUR NEGRI

Président de la Société de géographie d'Italie à Turin.

REMERCIEMENTS ADRESSÉS AUX EXPLORATEURS DU POLE

EXTRAIT

— Séance du 21 août 1875. —

Sur la proposition de M. le commandeur NEGRI, adoptée à l'unanimité par la Section, des remerciements sont votés aux explorateurs du pôle et à ceux qui fournissent les fonds pour les expéditions polaires et les expéditions australiennes.

M. NEGRI insiste, d'autre part, sur les avantages qui résulteraient de la fondation de cercles polaires favorisant les expéditions au pôle.

M. Georges RENAUD

Professeur d'économie politique, Secrétaire de la Commission de géographie commerciale, Lauréat de l'Institut.

LA CARTOGRAPHIE STATISTIQUE AU CONGRÈS GÉOGRAPHIQUE DE PARIS

EXTRAIT

— Séance du 21 août 1875. —

M. Georges Renaud fait un résumé rapide de l'exposition de cartographie statistique au congrès de géographie de Paris. Il signale notamment les nouveaux procédés de représentation cartographique de la Russie et de la Norvége. Il insiste sur l'importance des travaux scientifiques des gouvernements étrangers et sur la large part qu'ils font aux investigations d'ordre essentiellement scientifique. Il montre combien il est essentiel d'aller sur leurs traces et, à leur exemple, de séparer les villes des campagnes pour la mesure et l'indication de la densité de la population. M. Renaud parle ensuite du grand et bel atlas statistique des Etats-Unis, qui, pour la première fois, donne des indications sur la géographie des principales catégories de maladies et de causes de mortalité. Il appelle aussi l'attention sur l'atlas des chemins de fer russes, de M. Jean Bloch, renfermant de nombreuses données sur les transports des diverses catégories de marchandises sur tous les chemins de fer de la Russie. Il fait encore remarquer la carte diagramme du courant commercial du Volga et des canaux Marie. En Autriche-Hongrie, les cartes de la Hongrie signalent un fait grave, la diminution de la population dans la Transylvanie, par suite de la réduction du nombre des enfants dans chaque famille à deux au plus.

En Russie enfin, on constate une diminution des naissances, comparées aux décès dans toutes les villes des bords de la Baltique. Quant à la France, si on en excepte le bel atlas de M. Levasseur, la cartographie statistique est des plus insuffisantes et contraire aux indications de la science. L'ouvrage de M. Levasseur, lui, renferme un nombre considérable de données et de renseignements et contient même une carte donnant la densité de la population par canton. Il n'y a qu'un regret à exprimer à cet égard, c'est que l'éditeur n'ait pas fait les sacrifices nécessaires pour publier cet ouvrage avec tout le luxe et les dimensions qu'il comportait.

DISCUSSION

M. l'abbé Durand croit qu'il y a une erreur de statistique dans les faits signalés par M. Renaud. La diminution de population provient de l'émigration perpétuelle qui existe entre les provinces turques et la Transylvanie.

M. Renaud observe que ce n'est pas possible, attendu que les cartes de M. Hatzek ne portent que sur l'excédant des décès sur les naissances, toute question d'émigration mise à part.

M. Negri prend la parole pour signaler à la Section les travaux cartographiques de l'Italie. Il n'existait pas de cartes satisfaisantes de l'Italie méridionale. On expédiait des troupes et on s'apercevait que, dans leur marche, elles rencontraient de très-hautes montagnes que l'on ne connaissait point. On a donc commencé par envoyer des ingénieurs faire le relevé du terrain. Le lundi, ils livrent leur relevé au ministère. Huit jours après, il est publié et livré au public à plusieurs milliers d'exemplaires au prix de 50 centimes la feuille. Plus tard, on suivra l'exemple des autres payspour la cartographie statistique et alors on entrera dans la voie de la Russie et de la Norvége.

M. Renaud, en sa qualité de rapporteur du jury de l'Exposition géographique de Paris, ajoute qu'il y a lieu aussi de signaler, à propos de cette exposition, les remarquables minutes des officiers d'état-major de l'armée italienne, qui sont vraiment admirables de netteté, d'exactitude et de soin.

Mme Hipp. MEUNIER

LE DOCTEUR AU VILLAGE.—ENTRETIENS SUR LA GÉOGRAPHIE INDUSTRIELLE DE LA FRANCE

— Séance du 21 août 1875. —

M. Georges Renaud présente ce petit volume de 270 pages, qui n'est pas, à vrai dire, un manuel de géographie dans le sens étroit du mot, puisqu'il abonde en renseignements géographiques de toute nature.

S'adressant aux habitants des campagnes, c'est-à-dire à des esprits le plus souvent incultes, l'auteur a dû rechercher les faits les plus saisissants, noter les résultats les plus divers. *Le relief du sol* prépare la *dispersion des eaux* à la surface de la terre; et toutes les cultures, qu'on peut considérer comme des industries, résultent de cette *forme* de la terre, de cette *distribution* de l'eau.

Mme Hipp. Meunier a pris pour épigraphe cette phrase de l'Arioste : « J'ai vu l'une et l'autre mer qui la baignent, les monts qui l'enserrent et ceux qui la partagent. » Il semble, en effet, que ce livre a été écrit sur place; c'est du moins ce qu'on peut supposer à la lecture du chapitre : *Les petits ruisseaux* (p. 86), qui n'a pu être inspiré que par un des sites qui y sont décrits; ou encore à la lecture de la description d'une *Grande marée* (p. 106), où l'on reconnaît sans peine les côtes si pittoresques de la Bretagne.

Les détails sur la marine, qui nous font connaître l'arsenal de Toulon, témoignent d'une grande exactitude, car ils ont été puisés à des sources toutes récentes.

Nous ne sommes pas destinés à devenir tous de grands hommes, des génies supérieurs, mais nous pouvons être tous des hommes de bien, des citoyens utiles et laborieux, de bons patriotes. C'est à ce but que Mme Meunier convie ses lecteurs, lorsqu'elle fait dire à son docteur :

« Chacun de nous, dans son village, reste lié à la force intime de la nation; il » lui apporte, comme la goutte d'eau dans un fleuve, sa part d'activité, de vie ! » Si tu veux servir la patrie, il te faut la connaître pour la bien aimer. »

La France physique est représentée avec ses chaînes de montagnes, ses côtes, ses bassins. Deux cartes donnent des coupes longitudinales, avec l'indication des hauteurs comparées des reliefs. Elles sont suivies de différentes cartes géologiques et agricoles dressées avec soin, de celles des chemins de fer et des canaux, des réseaux télégraphiques, des forêts, du littoral, etc. Dans le cours du livre, on trouve, en outre, les traits les plus saillants de la statistique et d'éloquents plaidoyers pour de très-bonnes causes, comme, par exemple, le reboisement des montagnes et la conservation des oiseaux insectivores, ces utiles auxiliaires de nos travaux de culture.

Par dessus tout, l'auteur célèbre les travaux de la science appliquée au développement des institutions pacifiques.

M. LE Dr HUREAU DE VILLENEUVE

FORMATION DES NUAGES (1)

— Séance du 23 août 1875. —

M. L'ABBÉ DURAND

Professeur des Sciences géographiques à l'Université catholique de Paris.

MÉTÉOROLOGIE ET PHYSIQUE DES MERS POLAIRES

— Séance du 23 août 1875. —

Les mers polaires sont le foyer d'un grand nombre de phénomènes que nous allons tâcher d'expliquer.

Si nous jetons les yeux sur les régions polaires d'une carte, nous voyons que le bassin arctique forme sur notre globe une calotte de 800 lieues de largeur sur 1,700,000 de superficie. Sur cette étendue, les glaces mesurent 500 lieues en diamètre, tandis que, dans le bassin antarctique, elles en ont le double, sur 20 d'épaisseur.

Cette calotte est composée de plusieurs parties bien distinctes.

(1) Ce travail, qui a été présenté à la section de physique (voir page 382), a été publié *in extenso* dans le journal *l'Aéronaute*, novembre 1875.

1° *La mer libre,* appelée *Polynia* par les Russes, ou quasi libre, qui paraît navigable à certaines époques de l'année. Elle a été vue et aperçue par un grand nombre de navigateurs, et surtout par les baleiniers qui doivent connaître son existence depuis longtemps. Cette mer est peuplée de phoques, de morses et d'autres animaux marins ; pendant la belle saison, ses falaises se revêtent de mousses émaillées de fleurs, mais sans parfum aucun, et sont peuplées de myriades d'oiseaux, dont quelques grandes espèces inconnues des naturalistes. Chose remarquable dans ces régions, les espèces sont peu nombreuses, tandis que les individus des mêmes espèces sont innombrables.

2° *Les terres.* Cette mer est entourée de plusieurs archipels dont les îles semblent lui faire une ceinture depuis le 75° jusqu'au delà du 83°, terme de l'expédition autrichienne de 1872. Ces îles, assez grandes pour la plupart, ne sont séparées que par des défilés étroits ou gorges appelées *inlets.* Les unes sont recouvertes de glaces et de neiges perpétuelles ; les autres, grâce à une constitution géologique particulière aux courants qui les embrassent de leurs eaux tièdes, secouent leur linceul au printemps et se tapissent de prairies verdoyantes, au milieu desquelles on aperçoit brouter des bœufs musqués, des troupeaux de rennes mêlés aux lièvres et aux renards blancs, et des oiseaux, parmi lesquels il faut distinguer le ptarmican, gelinotte ou perdrix arctique.

3° *Glaces.* Les glaces sont de deux espèces. Les montagnes (icebergs) et les champs de glace (ice-fields, pack). Les montagnes sont formées à terre ; elles ne sont que des blocs immenses détachés et tombés des glaciers dans la mer sous l'influence de l'été. Elles flottent çà et là, emportés par les courants jusqu'aux latitudes où elles disparaissent fondues complétement dans les eaux. Leur volume et leur hauteur sont souvent considérables. On en a vu qui atteignaient 20 kilomètres de largeur et de longueur sur 10 m. de hauteur ; d'autres atteignent 100 m. Or, la montagne de glace n'a que le tiers de sa hauteur totale au dessus de l'eau ; ainsi donc, une montagne de 100 m. en a réellement 300, dont 200 au dessous de l'eau.

La présence des montagnes de glace annonce la proximité de terre.

Les bancs de glace révèlent une mer étendue. Ils sont formés par les *nevés* qui tombent sur l'eau, forment d'abord une mince pellicule facile à briser ; en quelques jours, sous l'influence de la température, elle devient une croûte épaisse de plusieurs mètres. Lorsque l'été arrive, il se fait alors dans les mers polaires une débâcle effroyable. Les glaces fondent insensiblement, leurs parties tendres se creusent en lacs plus ou moins profonds ; elles se crevassent, et bientôt l'action de la vapeur divise les blocs en les faisant éclater avec un fracas semblable

à des décharges formidables d'artillerie. Alors les courants, ainsi que les vents, s'en emparent et les véhiculent à travers les archipels, jusque dans la mer de Baffin, les océans Atlantique et Pacifique. Les navigateurs en rencontrent qui mesurent jusqu'à 30 lieues de superficie sur 18 mètres de hauteur. Une partie de ces glaces s'arrêtent dans les *inlets* où elles forment des amoncellements, des chaos inextricables et immobiles fixés aux terres, qui s'opposent au passage des navires et des traîneaux. Elles sont découpées en formes bizarres qui, vues de loin, les font ressembler à des villes dont on distingue les maisons, les monuments, les clochers et les pyramides. On les appelle banquises ; c'est au milieu d'elles que les navires s'attachent pour passer l'hiver, et souvent elle les emporte à des centaines de lieues de leur position première. Là ils sont exposés à des dangers de toute sorte, tantôt les bancs de glace superposés les uns aux autres les soulèvent à des hauteurs assez grandes, tantôt ils menacent de les pulvériser par leur pression incalculable. Quelquefois, la pression des bancs inférieurs fait éclater la couche supérieure, alors elle se brise en crevasses d'où s'échappent avec violence des glaçons projetés en l'air. Alors, on voit sur leurs bords des phoques nombreux pris entre les deux couches, qui en sortent pour respirer. La glace du milieu des bancs fond toujours la dernière, parce qu'elle vient du nord. Par conséquent, elle est plus compacte que celle des rivages. Dans la mer de Baffin, elle atteint 400 lieues de longueur.

COURANTS. — Les mers polaires sont traversées par des branches, des grands courants océaniens. *Gulf-stream,* courant d'eau chaude qui court de l'équateur au *pôle* et l'*Ice-stream,* courant d'eau froide.

Le *Gulf-stream* détache deux de ses branches principales dans les mers arctiques ; elles coulent sous le courant froid par la mer de Baffin et l'Atlantique septentrional, c'est ce qui permet d'expliquer les inégalités de la température de ces mers et le peu de froidure de leurs eaux à une faible profondeur.

Leurs eaux, remontant à mesure qu'elles se refroidissent, arrivent à la surface de la mer vers le pôle. Là, elles n'ont pas une température assez basse pour se geler pendant l'été ; elles déterminent la formation d'un ou plusieurs grands bassins libres ou du moins à peu près libres de glaces, selon les vents régnants. C'est elles qui émettent ces vapeurs, ces brumes que les navigateurs ont aperçues dans leurs explorations, et qui se convertissent en neige.

En un mot, la mer libre du pôle serait l'effet des courants d'eau chaude qui montent de l'équateur jusqu'à cette région de l'océan Glacial.

Une fois arrivées au pôle, les eaux du *Gulf-stream*, fondues dans le

courant supérieur, redescendent avec lui vers le sud. Après s'être mis au même degré de température, elles se fondent avec lui sous l'équateur, dans la région calme et pluvieuse appelée *Pot au noir* par les marins. La marche contraire de ces courants superposés explique comment les montagnes de glace avancent en sens contraire du courant superficiel de la mer.

3° *Courant du Pacifique.* — Du côté de l'océan Pacifique, le courant des mers du Japon envoie une branche qui pénètre dans les mers polaires par le détroit de Béhring.

4° *Courant des fleuves russes, sibériens et américains.* La Russie, la Sibérie et l'Amérique du nord donnent naissance à des fleuves immenses dont les bassins sont évalués à 5,600,000 kil. de superficie, ce sont : la *Petchora,* l'*Obi,* l'*Yenissei,* l'*Indighiska,* le *Kolima,* le *Sena,* le *Mackensie,* le fleuve du Cuivre, et celui du Grand-Poisson ou de Back. Or, pendant l'été, ces fleuves jettent dans l'océan Glacial des quantités immenses d'eau provenant de la fonte des neiges des montagnes du centre asiatique où elles prennent naissance, ainsi que de la débâcle de leurs glaces.

Ils y déterminent donc des courants tièdes qui marchent du sud au nord dans la direction des pôles. Or, l'action des courants fluviaux se fait sentir très-loin en mer ; ainsi, à 80 lieues de son embouchure, les eaux de l'Amazone ont encore assez de force pour faire dévier un navire ; le Congo produit cet effet à 30 lieues de la sienne. Par conséquent, les courants des fleuves arctiques doivent également se faire sentir à une distance considérable dans l'océan Glacial.

Ainsi donc, le Gulf-stream, par la mer de Baffin et le Spitzberg, le courant du Pacifique par le détroit de Behring et les courants des fleuves continentaux concourent à porter aux pôles les eaux chaudes qui détermineraient la formation de la mer libre ou Polynia.

MÉRIDIENS LES PLUS CHAUDS. — C'est à la présence ou à l'absence de ces courants chauds qu'il faut attribuer les inégalités de température que l'on rencontre dans la mer Arctique. C'est à eux aussi qu'il faut demander la cause de la facilité plus ou moins grande que rencontrent les navires sur tel ou tel point pour avancer vers le pôle. Ainsi dans un endroit on a pénétré jusqu'au 80°, dans tel autre on n'a pu dépasser le 75°.

Les deux méridiens les plus chauds semblent être celui qui coupe le Spitzberg, et celui qui longe la côte occidentale du Groënland.

Rappelons, en passant, cette loi constatée aujourd'hui, que les côtes occidentales d'une terre sont ordinairement plus chaudes que ses rivages orientaux.

PÔLE DU FROID. — D'après ce que nous avons dit plus haut, le pôle ne serait pas le point le plus froid du globe. Les nombreuses observations faites par les hardis explorateurs qui ont fouillé la mer Arctique les placeraient à 15° plus au S., l'un au nord de la Sibérie, l'autre à l'île Melville ; Scoresby a vérifié que la température moyenne du Spitzberg est de — 8° centigrades, tandis que Parry a trouvé — 17° à l'île Melville par 74° 30'.

PURETÉ DE L'ATMOSPHÈRE. — L'atmosphère des mers Arctiques est d'une pureté remarquable. En effet, le climat de celles-ci ne favorise pas les actions chimiques ou fermentations, elles n'émettent aucune émanation putride, et fournissent peu de vapeurs. En outre, il est reconnu que plus on avance vers le pôle, plus la densité de l'air diminue. Aussi les comestibles s'y conservent-ils pendant des années. Il suffit de les mettre à l'abri des ours blancs, qui savent ouvrir la boîte la plus solide. Pour cela, les voyageurs élèvent de distance en distance des *caïrns* ou tumuli dans lesquels ils déposent des approvisionnements avec leurs lettres. Ainsi des conserves y ont été retrouvées au bout de vingt ans aussi fraîches que le jour où elles y avaient été renfermées, ainsi le campement de Barentz a été retrouvé au Spitzberg tel qu'il avait été abandonné il y a deux cent soixante-quatorze ans. Tous les effets et objets, y compris même la flûte avec laquelle les naufragés essayaient de se distraire, étaient dans un parfait état de conservation. Quant aux autres objets exposés à l'air, ils s'y conservent indéfiniment.

SONORITÉ DE L'ATMOSPHÈRE. — De cette grande pureté de l'atmosphère résulte une sonorité parfaite qui donne au moindre bruit des proportions incroyables. La rupture, le choc des glaces entre elles deviennent au loin des explosions formidables.

CRÉPUSCULE ET NUIT POLAIRE. — Le cercle polaire est la limite extrême des latitudes où l'on voit chaque jour le soleil se lever et se coucher.

Depuis cette ligne, la durée du jour et de la nuit varie selon la latitude. Par 70° la lumière dure 65 jours, et la nuit 60.

Sous le 80°, le soleil se tient à l'horizon pendant 134 jours et reste couché pendant 127.

Au pôle, l'année se compose d'un jour et d'une nuit. Le premier dure depuis le milieu de novembre jusqu'au commencement de février, la seconde commence au 21 mars et finit le 23 septembre. Un crépuscule de 50 jours précède chacun d'eux ou lui succède. Le soleil, se tenant

pendant des mois à quelques degrés au dessous de l'horizon, est la cause de ce crépuscule dû à la réfraction des rayons dans l'atmosphère. Ce phénomène croît à mesure que le soleil monte vers le pôle, et diminue selon qu'il s'en éloigne ; sa lumière est assez forte pour permettre de lire l'écriture la plus fine.

Le crépuscule donne lieu à une réverbération de la lumière sur la neige qui produit de singulières illusions. L'éclat de celle-ci aveugle, la vue se trouble, les distances deviennent inappréciables, les proportions des objets changent : ainsi un petit animal devient aussi grand qu'un ours ; les aspérités du sol disparaissent : le voyageur, ne sachant où poser le pied, trébuche à chaque instant.

MIRAGE. — Comme les sables de l'Afrique, les glaces du pôle ont leur mirage. Les banquises, les terres avec leurs tours, leurs monuments et leurs aiguilles de glace, tout vous apparaît renversé, réfléchi dans une troisième couche d'air. Le soleil, échauffant la terre sans se coucher pendant des mois entiers, produit au pôle sur les couches d'air le même effet que dans le désert.

AURORES BORÉALES. — C'est pendant les longues nuits polaires qu'apparaissent ces magnifiques phénomènes aux mille formes variées.

Tantôt, c'est un arc lumineux qui s'élance d'un point de l'horizon à l'autre comme un arc-en-ciel, tantôt ce sont des jets enflammés qui semblent jaillir du sol et se fondre dans les nuages. Ici ce sont des éclairs aux nuances multipliées qui sillonnent le firmament dont l'azur se trouve teint par une lumière intermittente qui varie du pourpre au rose tendre.

Quelle est la cause de ce phénomène aux formes si diverses ? Les uns l'attribuent à l'électricité, les autres à la réfraction ou à la réflexion des rayons solaires dans l'espace. Très-probablement il provient de ces différentes causes, agissant soit séparément, soit simultanément.

PÔLE MAGNÉTIQUE. — Le magnétisme terrestre a ses méridiens, son équateur et ses pôles. Le pôle magnétique boréal a été découvert par le lieutenant James Ross, neveu du célèbre amiral John Ross, le 1er juin 1830; il arborait le pavillon britannique sur son emplacement déterminé. Il se trouve par 70° de lat. et 98° 20' 24" de longit. O., et n'est distingué des lieux environnants par aucun signe qui puisse le faire reconnaître.

Quant au pôle magnétique antarctique, il n'a pas encore été déterminé.

PALÉONTOLOGIE. — Les glaces et les neiges du pôle, qui semblent frappées d'une éternelle stérilité, enveloppent les débris d'une riche végétation, qui a dû être engloutie par une catastrophe subite.

En effet, les découvertes modernes ont mis à jour une végétation arborescente fossile, dont les troncs pétrifiés montrent encore l'empreinte de leurs feuilles, de leurs fleurs et de leurs fruits. Remarquons, en passant, que les sables du désert de Lybie et du Sahara recouvrent également les restes d'une végétation luxuriante. Ainsi, dans la presqu'île groënlandaise de Noursoak, à Altanekerdluck par 70°, on a découvert une couche de végétaux appartenant aux sequoias, peupliers, chênes, plaqueminiers, houx, noyers et autres essences des climats tempérés. Au Spitzberg, ces glaces ont laissé reconnaître des cyprès, des platanes, des tilleuls, des pins et des thuyas. A la même époque, le tulipier, l'érable, le bouleau, l'orme et la vigne croissaient sur le sol actuellement glacé de l'Islande.

Or, cette végétation est celle qui est attribuée à l'époque miocène, période moyenne de l'époque tertiaire, pendant laquelle la zone qui entoure les régions boréales possédait, comme aujourd'hui, une flore analogue sous tous les méridiens. Par conséquent, l'axe de la terre ne s'est pas déplacé depuis cette époque ; on pourrait en déduire la conclusion *probable* que le pôle est immuable.

Alors la température moyenne du Spitzberg devait être d'environ + 8°, tandis qu'aujourd'hui elle est de — 8°, celle du Groënland était de + 9° à 12°, température actuelle de la Géorgie, qui est située à 30° plus au S. dans les États-Unis.

A Koma, village situé au fond du golfe groënlandais d'Omenak, on a retrouvé des palmiers, des fougères arborescentes et des cycadées, végétation de l'époque de la craie ou éocène, semblable à celle qui croissait en même temps sur le sol de la Bohême et de la Moravie. En conséquence, la température moyenne aurait été probablement la même à cet âge dans tout l'hémisphère septentrional, et le refroidissement qui survint à la fin de l'époque tertiaire serait la période glaciaire de certains géologues. La température en baissant, ensevelit cette belle végétation dans un linceul de glaces et de neiges. Or, en se déplaçant d'une distance de 20° au sud, cette température fit émigrer sous cette latitude les mammouths, les bœufs musqués, les rennes et autres animaux dont on retrouve les nombreux fossiles dans nos cavernes et nos tourbières.

Les phases et les conséquences de ce refroidissement peuvent être étudiées dans un fait analogue, qui se reproduit actuellement dans les régions arctiques.

Depuis quelques années, les glaces polaires sont descendues très-bas

vers le sud ; elles ont envahi le canal qui s'ouvre entre le Groënland et l'Islande. Du côté de l'Europe, les navigateurs les ont rencontrées également sous des latitudes qu'elles n'atteignent pas ordinairement pendant la belle saison. Ce voisinage anormal de glaces a tellement refroidi le climat de l'Islande que les moissons n'y mûrissent plus ; or, les Islandais, menacés de mourir de faim et de froid, demandent en ce moment un asile à l'Amérique du Nord.

Rappelons, en passant, qu'il en a été de même pour le Groënland au XIV^e^ siècle ; les deux grandes colonies scandinaves de ses côtes orientale et occidentale ont été détruites par la descente des banquises, qui ont intercepté pendant longtemps ses communications avec l'Islande et la Norwége. La température de cette contrée a été abaissée au point de déterminer la ruine de ces colonies florissantes. Or, ce rapprochement des glaces agit de même sur les autres parties de l'Europe, et c'est à lui qu'il faut attribuer cet abaissement de notre température moyenne, ces variations brusques, ces cyclones, ces orages et ces pluies qui causent tant de catastrophes depuis un certain nombre d'années.

Cependant, cette accumulation des glaces vers l'ouest n'est très-probablement qu'un déplacement momentané, causé par la persistance des vents du nord. Il doit donc s'être fait un vide dans les régions septentrionales du détroit de Béhring, et il est probable qu'en ce moment une des routes du pôle ou de la mer libre est ouverte dans ces parages.

Souhaitons que des navigateurs profitent de cette circonstance pour arracher au pôle ses secrets mystérieux.

M. Ludovic MARTINET

L'EXPLORATION DU POLE EN AÉROSTAT (1)

EXTRAIT

— Séance du 23 août 1875. —

Sivel, qui a trouvé la mort dans une ascension à grande hauteur, avait proposé d'explorer le pôle nord en ballon.

Il devait se servir d'un ballon sphérique de 18,000 m. c. au moins, gonflé par l'hydrogène et construit de manière à pouvoir rester plusieurs mois dans les airs.

Pour arriver à ce résultat, Sivel adaptait au col du ballon un compensateur, sorte de gros anneau ou de tore, possédant environ le tiers du volume de l'aérostat,

(1) Ce mémoire a paru *in extenso* dans le journal *l'Aéronaute*, octobre 1875.

rempli d'air et pouvant résister à une pression de 1 dixième d'atmosphère. Ce compensateur devait maintenir le ballon dans une même couche d'air et le forcer à ne jamais dépasser une élévation supérieure à 800 mètres. En effet, le poids du volume d'air déplacé diminuant avec l'altitude, et l'anneau incompressible pesant toujours le même poids, la force ascensionnelle devait, à un moment, devenir nulle et correspondre à l'équilibre vertical de l'appareil en le maintenant à une hauteur à peu près constante.

Mais ce qui surtout avait attiré la sérieuse attention de Sivel, c'était la possibilité de conserver son aérostat gonflé efficacement pendant toute la durée du voyage et d'éviter les pertes incessantes de gaz occasionnées par l'endosmose, par la manœuvre successive du lest et des soupapes, et principalement par les variations de volume résultant des différences de température et de pression.

Des aérostats spéciaux comme celui de Sivel pourraient certainement être construits assez étanches pour tenir plusieurs mois l'atmosphère. Le grand obstacle consiste dans le rayonnement solaire, qui produit des dénivellations parfois de plus de 1,000 mètres, ainsi que M. Janssen l'a observé pour le *Volta*, le 2 décembre 1870, et qui forceraient les explorateurs à se tenir à des altitudes constantes de 3,000 à 4,000 mètres, pour n'être point, par ces oscillations, ramenés à la surface de la mer.

Outre que ces dénivellations auraient été, grâce au compensateur, rendues moins sensibles, Sivel se proposait d'atteindre le pôle au cœur de l'été, alors que le soleil reste six mois sur l'horizon et que la constance de la température doit être très-grande.

La nacelle était capitonnée intérieurement, imperméable, pontée, et elle reposait sur deux quilles pouvant servir de patins. On pouvait ainsi la transformer à volonté en chaloupe ou en traîneau, et s'en servir avec une égale facilité pour voyager soit dans l'air, soit sur mer, soit sur terre. Elle était aménagée de façon à contenir aisément une dizaine de voyageurs, les instruments, le lest et les vivres nécessaires pour toute la durée de l'exploration.

Je n'entrerai pas dans de plus grands détails sur le projet d'aérostat conçu par Sivel; on les trouvera dans le savant et consciencieux rapport publié par l'*Aéronaute* de septembre 1872. Depuis, Sivel et Crocé Spinelli, après avoir mûri la question et l'avoir retournée sous toutes ses faces, avaient peu à peu modifié ce projet primitif, et en dernier lieu ils en étaient arrivés à substituer, pour une exploration polaire, la montgolfière au ballon.

Du jour où le physicien Charles inventa le ballon à gaz, la montgolfière a été à peu près abandonnée. Depuis quelques années néanmoins, plusieurs savants cherchent à la réhabiliter, et il est probable que, dans un avenir prochain, le ballon, à son tour, s'inclinera devant sa sœur aînée.

La montgolfière a l'avantage du bon marché de gonflement et d'enveloppe; mais l'air chaud contenu dans une montgolfière ne possède qu'une force ascensionnelle de 350 grammes par mètre cube, c'est-à-dire le tiers de l'hydrogène pur, la moitié de l'hydrogène bicarboné, et les deux tiers du gaz ammoniac.

Il semble préférable de gonfler les montgolfières à l'aide d'un foyer brûlant soit du charbon, soit de la graisse, soit du pétrole : 1 kilog. de charbon fournit 250 m. c. d'air chaud et de vapeur; la quantité fournie par 1 kilog. de pétrole s'élève à 450 m. c.

Il résulte des calculs auxquels Crocé Spinelli s'est livré à cet égard (*Aéronaute* d'avril 1874), qu'on peut, théoriquement, avec l'air chaud, gonfler 17 fois de suite une montgolfière; et, en supposant que, pour l'air dilaté, la diffusion soit la même que pour le gaz d'éclairage et l'hydrogène, il a trouvé qu'on pourrait, avec une montgolfière chauffée au charbon, rester en l'air 34 fois plus longtemps qu'avec un ballon ordinaire; 70 fois avec une montgolfière chauffée au pétrole. Les voyages de longue durée, actuellement difficiles à réaliser avec les ballons à gaz, deviendront donc parfaitement praticables, grâce aux montgolfières.

L'hydrogène, quinze fois plus léger que l'air, ne peut être que difficilement maintenu longtemps dans son enveloppe; il en est de même, quoique avec atténuation, pour le gaz d'éclairage; et ni l'un ni l'autre ne sont renouvelables à volonté. L'air raréfié par la chaleur se prête bien mieux aux expériences qui nécessitent soit de la durée, soit de l'instantanéité. La montgolfière, pouvant être partout facilement et rapidement gonflée, sera toujours précieuse pour l'étude de la météorologie, en attendant qu'elle puisse rendre des services aux sciences géographiques.

M. Silbermann a déjà traité, devant les Sociétés de Géographie et de Navigation aérienne, cette question des montgolfières destinées à l'exploration des pôles ainsi qu'à celle du centre de l'Afrique, de l'Asie et de l'Amérique, régions qui nous sont complétement inconnues. Ces explorations scientifiques en montgolfière offriraient la possibilité d'atterrir, de séjourner et de repartir à volonté, selon les exigences de la science ou celles des courants aériens. Pour aller au pôle Nord, l'expédition atteindrait en navire une terre du cercle boréal, Islande, Groënland, Norwége; étudierait pendant plusieurs mois le régime général des vents régnants, puis s'élevant en montgolfière, se dirigerait vers la zone polaire en profitant d'un courant favorable. On pourrait même sur tous les navires faisant le voyage du pôle Nord emporter à tout hasard une montgolfière qui ne serait ni bien lourde ni bien encombrante, qui, à l'état captif, servirait d'observatoire météorologique, et pourrait, à l'état libre, être un moyen de retour en cas de sinistre et de vents favorables à la navigation aérienne.

Jusqu'à ce jour, les navires équipés à grands frais n'ont pu aboutir à des résultats satisfaisants; nul ne sait si la nouvelle expédition anglaise sera plus heureuse. Une exploration scientifique en aérostat serait beaucoup moins dispendieuse, certainement moins pénible, probablement moins dangereuse et, en un petit nombre de semaines, atteindrait bien plus sûrement son but.

En 1872, M. Charles Grad fut chargé par la Société de Géographie d'examiner le projet Sivel, et il se prononça contre lui « non à cause des calmes, mais à cause des courants variables qui compromettraient l'issue de l'expédition. » Il est regrettable que son rapport n'ait pas été publié. M. Grad concluait que « le régime des vents des contrées polaires n'étant pas assez bien connu, dans l'impossibilité de diriger la marche des ballons, les chances de succès étaient trop minimes pour que l'entreprise pût être appuyée par la Société de Géographie. »

« Sans observations positives, ajoutait-il dans une autre lettre qu'il me fit l'honneur de m'écrire à ce sujet, il est difficile de dire ce qui se passe au pôle, mais l'existence de courants marins nous garantit aussi l'existence de courants d'air que les inégalités de la température doivent certainement déterminer aux abords du pôle. La grande objection contre le voyage en ballon, c'est qu'on ne sait pas où l'on

va et, si en été il y fait jour pendant 24 heures, on a l'inconvénient des brouillards. »

Cependant les brouillards ne doivent pas être si intenses au voisinage du pôle boréal, qu'ils ne permettent à l'explorateur de voir, d'observer en se maintenant à une faible altitude. Il n'en serait probablement pas de même pour le pôle austral où les brouillards semblent devoir être plus denses, plus fréquents, mais la température moyenne moins rigoureuse, ainsi que j'ai essayé de l'établir dans deux communications faites à la Société de Géographie et à l'Association française, lors du Congrès de Lille.

Il est évident qu'il est aujourd'hui possible de construire une montgolfière perfectionnée ou un ballon imperméable pouvant rester plusieurs mois dans les airs. Mais l'objection la plus grave opposée aux projets d'exploration du pôle en aréostat, repose sur l'incertitude où l'on est relativement à la direction et à l'intensité des courants atmosphériques.

Les zones de calmes, si pénibles à franchir pour les navires à voiles, n'existent réellement pas pour les ballons. A une certaine hauteur, plus ou moins considérable selon la latitude, règnent des contre-courants que l'aéronaute devra savoir utiliser. Les calmes du pôle ne peuvent donc être absolus (1). Durant les longs mois du jour polaire, l'Océan et surtout le sol s'échauffent considérablement et échauffent les couches d'air ambiantes. Il se produit alors en petit une zone d'aspiration qui attire à elle les courants de surface et s'échappe en contre-courants supérieurs.

Il paraît donc évident que, par un phénomène analogue à nos brises de terre et de mer, les vents de surface doivent se diriger vers le pôle pendant les six mois de jour et vers l'équateur pendant les six mois de nuit. Dans le premier cas, la couche inférieure s'échauffe, se dilate, s'élève et est remplacée par de l'air venant des pôles de froid ou ayant léché la surface des plaines de glaces permanentes. Dans le second cas, le soleil ayant disparu, le rayonnement nocturne s'établit avec une énorme intensité, la terre se refroidit, l'Océan se congèle, l'atmosphère se met au niveau de la température ambiante, devient plus dense, et chasse, pour prendre sa place, l'air moins froid de régions encore échauffées par les rayons solaires.

L'anneau d'aspiration équatorial se déplace périodiquement avec le soleil, entraînant les alizés qui se renversent mutuellement pendant six mois de l'année et donnent naissance aux moussons. Les zones de calmes ne sont donc jamais stationnaires : elles suivent la déclinaison du soleil et se transportent vers le Nord et vers le Sud sur une étendue de 10 à 15 degrés.

En mai, juin et juillet, la zone des calmes du Cancer remonte dans le Nord, où elle s'élève jusqu'à 35° ou 37° de latitude.

C'est cette époque que l'expédition arctique choisira pour s'élancer dans la direction du pôle. Pour atteindre ce but, l'aéronaute devra se maintenir, autant que possible, dans la couche des courants de surface : les contre-alisés du S.-O. l'amène-

(1) Le mirage polaire est une preuve de l'instabilité de l'équilibre atmosphérique, puisqu'il est produit par la densité croissante et anormale de zones de plus en plus élevées : les couches inférieures, plus chaudes et plus légères, laissent alors facilement transmigrer les rayons du soleil qui viennent se heurter et se réfléchir sur les couches supérieures plus froides et plus denses.

ront au dessus de la zone des calmes polaires, où le mouvement de translation horizontale sera, selon toute probabilité, réduit à néant ou subordonné aux brusques variations des brises folles; puis, lorsque les savants de l'expédition auront fait chacun leurs observations spéciales, il profitera des tourbillons ascendants, et gagnant les contre-courants supérieurs qui, à cette latitude, ne dépasseront certainement pas un millier de mètres, il sera directement ramené vers son point de départ.

Quant à la durée du voyage, c'est une question sur laquelle on ne peut se prononcer avec certitude. En admettant une distance à parcourir de 1,500 lieues, avec une vitesse minima de 3 mètres par seconde, cette durée serait de 25 jours environ. Mais il faudra tenir compte des calmes possibles et surtout de l'irrégularité dans la direction des vents, et il sera prudent que les explorateurs emportent au moins pour trois ou quatre mois de vivres, soit, pour 10 hommes, 2500 kilogrammes environ (1).

« C'est à la France, a écrit M. Glaisher dans ses *Voyages aériens*, c'est à la France, je ne crains pas de le dire hautement, qu'il appartient de donner l'exemple, car les ballons resteront suspects tant que la France ne s'en occupera pas. Pourquoi voudrait-on exiger que les autres nations aient confiance dans les aérostats, si le pays à qui l'on doit leur invention se hâte de les déserter? Qui donc osera défendre l'art des aéronautes, si les Français ont été les premiers à en reconnaître la vanité, eux qui sont appelés dans les airs par une longue tradition? » Ces paroles de l'éminent savant anglais, Crocé Spinelli les rappelait fièrement, lorsqu'en janvier 1874 il exposait le projet qu'il avait formé avec Sivel d'une première ascension scientifique à grande hauteur.

Pauvres amis! ils nous ont montré la route; nous ne pouvons les remplacer; mais nous pouvons tenter de marcher sur leurs traces.

(1) Sous nos latitudes, il faut calculer, en moyenne, pour la nourriture journalière d'un homme :

Pain.....	1.000	1.300 gr.	azote	70	130	carbone	300	333
Viande désossée.	300	contenant		60			33	

plus 1 kilogr. environ de boisson. — Mais dans les pays froids, la quantité de nourriture nécessaire augmente considérablement, surtout en ce qui concerne les aliments de combustion ou respiratoires, et l'habitant des régions arctiques, pour maintenir son corps à une température suffisante, est forcé de faire une énorme consommation de graisse et d'huile.

M. LE COMMANDEUR NEGRI

Président de la Société de géographie d'Italie, à Turin.

SUR LA MER LIBRE DU POLE NORD

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 23 août 1875. —

M. NEGRI a la parole sur la question du pôle Nord. L'orateur ne veut parler que de la physique du globe ; il fait l'histoire des opinions sur la température au pôle Nord.

Il y a deux écoles : l'école anglaise et l'école allemande. L'école anglaise n'admet pas la mer libre, l'école allemande l'admet. M. le commandeur déclare la question douteuse ; il espère que de nouvelles expéditions pourront apprendre la vérité sur ces faits.

DISCUSSION

M. CHARLES GRAD pense que les études zoologiques ont donné la preuve de l'existence d'une mer libre. En effet, les baleines ne peuvent vivre sous la glace, parce qu'elles ont besoin de respirer ; or, il vient du Nord une grande quantité de baleines, il en résulterait donc qu'il doit exister une mer libre.

M. L'ABBÉ DURAND

Professeur des Sciences géographiques à l'Université catholique de Paris.

LES EXPÉDITIONS AU POLE NORD

— Séance du 23 août 1875. —

M. A. ROUSSIN

Sous-Commissaire de la Marine.

SUR LA MER LIBRE DU POLE NORD (1)

EXTRAIT

— Séance du 25 août 1875. —

M. ROUSSIN présente quelques considérations sur l'existence et la définition de la mer libre du pôle. Il fait remarquer que M. l'abbé Durand, en donnant l'histo-

(1) Un travail plus complet sur cette question a été publié par l'auteur dans la *Revue Maritime et Coloniale.*

rique des découvertes de ces régions, a été conduit à développer plus particulièrement les observations qui ont donné naissance à l'hypothèse d'une mer libre ; dans ces conditions, il croit utile d'insister, à son tour, sur les faits en contradiction avec cette hypothèse de la mer polaire, telle, du moins, qu'on la concevait il y a douze ou quinze années.

M. Roussin extrait du rapport dont il a donné lecture à la séance générale du 19 août le passage où ce point est discuté. — Les déplacements des glaces sous l'action des vents et des courants dégagent de temps à autre la mer sur une vaste étendue ; mais cet état de choses est essentiellement variable sur les points où on l'a observé. L'état atmosphérique de ces régions a quelquefois trompé les explorateurs sur l'étendue de mer libre qu'ils avaient sous les yeux ; c'est ainsi que Hayes avait cru voir, en 1860, la mer polaire sur une étendue indéfinie, où le capitaine Hall, en 1876, ne put que constater la continuation des détroits de Smith et de Kennedy. — D'autre part, les vents du Nord apportent toujours, dans ces parages, un froid très-vif, et ceux du Sud une élévation notable de température, ce qui n'aurait pas lieu s'il existait vers le pôle une zone plus chaude. — On peut donc admettre aujourd'hui les conclusions ci-après :

1° Il est impossible de rien conjecturer quant à l'étendue relative des mers et des continents dans la partie encore inexplorée de la calotte polaire ;

2° Il est excessivement probable que cette région est au moins aussi froide que celle qui la précède ;

3° En ce qui concerne les explorations ayant pour but d'atteindre la région même du pôle, on ne saurait attribuer une supériorité marquée à une route ou un mode de transport particuliers.

Ces conclusions réservent donc la question de la configuration géographique du pôle. — Il est probable qu'une série de détroits et de bassins maritimes y maintiennent toutes les régions en communication les unes avec les autres et avec les mers limitrophes. De plus, en été principalement, de vastes surfaces doivent s'y trouver libres de glaces pendant des périodes plus ou moins longues. C'est là, sans doute, le terrain où il est prudent de se maintenir, en ce qui concerne la mer libre du pôle, jusqu'à ce qu'un avenir, peut-être prochain, ait apporté la solution du problème.

DISCUSSION

M. L'ABBÉ DURAND fait remarquer qu'il a rendu compte des observations rapportées par les divers navigateurs, mais qu'il n'a pas affirmé l'existence d'une mer libre au pôle. — Il y a évidemment, à diverses époques de chaque année, de vastes espaces de mer et des parties d'*inlets* dégagés de glaces, de façon à permettre le passage des navires. Dans les circonstances où les voyageurs ont aperçu du sommet des montagnes ou promontoires des espaces considérables de mer libre, il n'y avait pas de doutes sur la netteté de l'atmosphère jusqu'à l'horizon. — Quant au choix de la route pour gagner le pôle, il est reconnu que deux méridiens surtout sont avantageux, celui du Spitzberg et celui des détroits de la mer de Baffin.

M. ROUSSIN, en concluant à l'égalité des chances que donnent toutes les routes

n'a voulu parler, dit-il, que des avantages comparatifs des deux ou trois routes généralement suivies. — Il constate que ses vues sont, en définitive, les mêmes que celles de M. l'abbé Durand, mais qu'il a voulu surtout faire ressortir le manque de probabilité de la mer libre telle que la concevaient, il y a encore peu d'années, beaucoup de géographes et de navigateurs.

M. L'AMIRAL OMMANNEY donne quelques détails sur l'expédition anglaise. — Les navires n'ont pas de limite imposée à leur parcours, qui saura atteindre, dans les détroits, le point le plus extrême que les glaces laisseront navigable. — Il fonde de grandes espérances, pour le succès de la campagne, sur ce fait, que les températures moyennes observées ne sont pas en rapport avec l'accroissement de la latitude ; c'est ainsi que son propre hivernage en compagnie de son lieutenant Osborne, en 1853, dans les parages de l'expédition de Franklin, n'a pas été plus froid que celui de la récente campagne de Weyprecht et Payer au delà du 80e degré.

M. MANÈS

Ingénieur civil, directeur de l'École supérieure de commerce et d'industrie de Bordeaux.

COMPTE RENDU DES TRAVAUX DE LA SOCIÉTÉ DE GÉOGRAPHIE COMMERCIALE DE BORDEAUX

EXTRAIT

— Séance du 25 août 1875. —

M. MANÈS, directeur de l'École supérieure de commerce et d'industrie de Bordeaux, expose les travaux accomplis par la Société de géographie commerciale de Bordeaux. Cette institution, fille de l'Association française, a déjà rendu de grands services au commerce. Elle compte un grand nombre de membres, et, grâce à la vive impulsion de M. le docteur Azam et de M. Foncin, secrétaire général, elle a conquis une place honorable en France, qui lui a valu une récompense de premier ordre au Congrès géographique de Paris.

M. GEORGES RENAUD est heureux d'ajouter, comme secrétaire du jury du Congrès géographique qui a décerné cette récompense à ladite Société, que lui et ses collègues ont voulu surtout encourager, par là, le caractère d'œuvre d'initiative privée de l'institution. Ils ont beaucoup remarqué la carte économique et statistique de la Gironde qu'elle a exposée, ainsi que les autres travaux. La Société de géographie commerciale de Bordeaux a adopté le programme de la commission de géographie commerciale, instituée à Paris par la Société de géographie et les chambres syndicales du commerce de cette ville simultanément. Cette commission, du reste, a précisément pour objet de multiplier les œuvres de cette nature. C'est ainsi que, sous son influence, il va se former une société de géographie à Marseille, qu'il s'en est déjà constituée une analogue à Lyon, et cette influence se fait sentir même hors de nos frontières, car à Vienne, en Autriche, le programme

de la commission de géographie commerciale a été adopté par une société qui s'est formée pour le développement commercial du pays.

En somme, la Société de Bordeaux a fait là une œuvre méritoire, que le jury a voulu distinguer, dans l'intérêt non-seulement de la science géographique, mais aussi de notre commerce extérieur.

M. LEVASSEUR

Membre de l'Institut.

PRÉSENTATION DE LA CARTE DE FRANCE EN RELIEF

EXTRAIT

— Séance du 25 août 1875. —

M. LEVASSEUR fait hommage au Congrès d'un exemplaire de la *carte de France en relief* et donne quelques explications sur la manière dont cette carte a été dressée et sur le but en vue duquel elle a été faite.

1° Les auteurs de cette carte sont M. E. Levasseur, membre de l'Institut, et Mlle Caroline Kleinhans, membre de la Société de géographie.

2° La carte est à l'échelle du 1,000,000e, c'est-à-dire d'un millimètre par kilomètre pour les longueurs, et du 250,000e pour les hauteurs, c'est-à-dire d'un millimètre pour 250 mètres ; les hauteurs se trouvent ainsi quadruplées, relativement aux longueurs. Sur une carte au 1,000,000e, cette exagération était absolument nécessaire, puisqu'en conservant la même échelle des hauteurs que des longueurs, le Mont-Blanc n'aurait pas 5 millimètres, et que beaucoup de mouvements importants ne seraient pas perceptibles.

3° La carte a été dressée uniquement à l'aide des cartes d'état-major et de quelques autres cartes topographiques et des cartes géologiques. Les matériaux employés ont été la carte française au 320,000e et la carte au 80,000e pour les parties montagneuses et pour les parties inachevées du 320,000e, la carte géologique au 500,000e de MM. Dufrenoy et Elie de Beaumont, avec certaines corrections pour les Pyrénées et les Alpes, la carte d'état-major belge au 160,000e, les cartes topographiques de Reymann et de Liebenon, la carte de l'Allemagne méridionale de l'état-major bavarois, la carte d'assemblage du Wurstemberg, le 250,000e de Dufour, l'Alpenlaarder de Mayr., le 50,000e piémontais, l'atlas du colonel Coello pour l'Espagne.

4° Les auteurs se sont appliqués à donner à leur travail l'exactitude d'une carte topographique.

5° Une carte en relief dressée avec précision jusque dans les détails, est d'un très-grand secours pour l'enseignement de la géographie ; elle donne immédiatement une impression juste du relief du sol, du rapport des altitudes, de la nature des pentes, de l'étendue des plateaux et de ces formes générales ou particulières du terrain que sont loin de donner toutes les cartes en usage ou qu'il est beaucoup plus difficile de lire et de comprendre, même sur une carte bien faite que de voir sur un relief.

M. ROUSSIN

Sous-Commissaire de la Marine, à Nantes.

SUR LA NOUVELLE EXPÉDITION FRANÇAISE DANS L'AFRIQUE CENTRALE, ET SUR LES DÉBOUCHÉS PROBABLES DES EAUX DE LA RÉGION ÉQUATORIALE DE CE CONTINENT

— Séance du 25 août 1875. —

Une expédition française destinée à pénétrer dans le centre de l'Afrique équatoriale vient de partir de Bordeaux, sous le commandement de M. de Brazza, enseigne de vaisseau. Elle a choisi pour itinéraire le fleuve Ogawaï, dont elle doit remonter le cours. Il paraît opportun de discuter, à cette occasion, quelle peut être l'importance de ce fleuve comme débouché des eaux du vaste bassin qui occupe le centre du continent africain.

On sait que les travaux de Livingstone, les voyages qui nous ont rendu la notion des grands lacs du bassin du Nil, ont fixé les idées sur la configuration tout exceptionnelle de l'Afrique. Sur l'étendue de ses côtes règne, parallèlement à elles et presque sans interruption, une ligne de montagnes, à une distance variant de 50 à 100 lieues environ. En dedans de cette ligne, le centre de l'Afrique, à part quelques chaînes et des plateaux peu accusés, se présente comme une vaste cuvette dont les montagnes côtières sont les bords. Il résulte de ce relief que les eaux abondantes de la zone tropicale y séjournent longtemps, donnant naissance à des fleuves et à des lacs multipliés, avant de trouver, à travers le bourrelet qui les sépare de la côte, un petit nombre d'issues étroites par lesquelles elles se précipitent vers la mer. Elles donnent ainsi naissance aux grands fleuves africains, tous connus par la succession de cataractes et de rapides qu'ils présentent à leur passage dans la chaîne côtière.

Livingstone passa les dernières années de sa vie, de 1868 à 1873, dans la partie la plus centrale de cette région. Ses travaux en ont esquissé l'hydrographie générale, au moins dans la partie Est et Sud, et en ont donné des notions déjà plus ou moins acquises à l'époque de la colonisation portugaise, mais perdues depuis lors. Au delà d'une ligne de plateaux qui limite au nord le bassin de Zambèze, il reconnut une série de cours d'eau reliant entre eux des lacs assez importants (les lacs Bangouelo, Mœro, le lac sans nom) et se dirigeant, dans leur ensemble, vers le Nord-Ouest. Il ne put toutefois déterminer où elles aboutissaient en dernier lieu, et les expéditions entreprises par

diverses voies depuis 1872, n'ont encore rien fait connaître à ce sujet. Il reste donc à apprendre de quelle façon les grands fleuves africains, dont on ne connaît généralement que le cours inférieur, servent d'écoulement au bassin qui occupe la région tropicale du continent sur environ 600 lieues de latitude.

Le plus célèbre de tous, le Nil, sort incontestablement des lacs Victoria et Albert. En outre, d'après les renseignements recueillis par Baker dans sa dernière campagne, le lac Tanganika lui-même communiquerait avec son voisin le lac Albert par un système de canaux où le courant alternerait suivant l'époque de l'année, en raison des oscillations de niveau des deux lacs. Cette hypothèse prolongerait le bassin du Nil jusqu'aux rivières que recueille le Tanganika, et il resterait même à déterminer si ce dernier ne se relie pas, en quelque point de sa partie sud peu connue, avec le réseau des lacs intérieurs.

En dehors de cette voie d'écoulement par les lacs du Nil, quels sont les débouchés possibles du bassin central? Au Nord, le Sahara lui sert de limite; à l'extrémité Ouest de cette frontière, le lac Tchad, vaste mer d'eau douce dont le trop-plein se perd dans les sables, y reçoit un cours d'eau important, le Châri; les récents voyages de Schweinfurt et de Nachtigal ont à peu près démontré l'identité de cet affluent avec l'Ouellé, qui prend sa source dans l'Est, non loin du Nil; telle est donc sans doute l'origine du Châri. — Passant à la limite occidentale, nous trouvons, sur le golfe de Guinée, le Dhioliba, ou Niger, dont la branche orientale, encore indéterminée, arrive de la région qui nous occupe, et enfin, en descendant la côte, deux grands fleuves, le Zaïre ou Congo, et l'Ogawaï. — D'après cette énumération, il serait vraisemblable d'admettre ces deux derniers fleuves comme les issues principales du bassin de l'Afrique centrale. Enfin il nous semble que, par suite de la direction Nord assignée jusqu'ici aux eaux de ce bassin, l'Ogawaï se trouve, plus que le Congo, désigné pour être le plus important de leurs débouchés. On ne peut donc méconnaître, après cet exposé, l'intérêt d'une expédition qui parviendrait à remonter ce fleuve.

Tel est l'objectif des nouveaux explorateurs français, renouvelant la tentative de MM. Marche et de Compiégne, arrêtée si malheureusement en mars 1874. Le premier de ces deux voyageurs repart avec M. de Brazza en qualité de naturaliste. Un médecin, M. Balé, et une escorte de 20 soldats indigènes du Sénégal, commandée par un quartier-maître des équipages, complètent le personnel de l'expédition. Son matériel, très-complet, est réparti en 300 petites caisses dont chacune représente la charge d'un porteur. Arrivés au Gabon, nos voyageurs seront conduits dans l'Ogawaï par l'aviso de l'Etat *le Marabou,* qui remontera le bas cours du fleuve. Ils se mettront ensuite en route sur des pirogues, pour gagner, à travers la région des rapides, le pays allié des

Okandas. Ils y séjourneront six mois et négocieront avec les Osyébos, qui ont attaqué les précédents voyageurs en vue d'obtenir le droit de passage, sans engager la lutte. Au delà se présentera, pour nos compatriotes, le mystérieux inconnu. Souhaitons-leur le succès que peut faire espérer leur tentative dans une voie périlleuse mais pleine de promesses.

DISCUSSION

M. L'ABBÉ DURAND croit devoir ajouter que des notions intéressantes viennent d'être données sur ces régions par des documents portugais ensevelis dans les archives de Lisbonne depuis plusieurs siècles et récemment mis au jour. Il résulterait de ces documents, que les Portugais, joints aux Maures d'Afrique, ont parcouru, à l'époque de leur domination, les régions centrales du continent, d'une rive à l'autre. Ils connaissaient les lacs et fleuves découverts par Livingstone, et dont la plupart ont des noms d'origine portugaise. D'après leurs indications, le bassin central se déverserait à la fois par plusieurs des grands fleuves africains, qui auraient dès lors une source commune. Le fleuve Congo était la voie la plus suivie pour gagner l'intérieur et aboutir aux grands lacs de la côte orientale. L'oubli de ces routes commerciales et de ces notions géographiques a tenu au silence intéressé gardé par les Portugais sur leurs découvertes.

M. GEORGES RENAUD

Professeur d'économie politique, Secrétaire de la Commission de géographie commerciale, Lauréat de l'Institut.

PROJET DE PERCEMENT DU MONT-BLANC

EXTRAIT

— Séance du 25 août 1875. —

M. RENAUD soumet à la section le projet de percement du Mont-Blanc, conçu par deux ingénieurs italiens, MM. Stamm et Maimeri. M. Stamm est mort malheureusement à Paris, à l'hôtel de Bade, d'une fièvre cérébrale, au moment où le jury du Congrès géographique de 1875 lui décernait une mention honorable. Ce projet paraît présenter une importance de premier ordre pour les intérêts français. Il y aura peut-être lieu de le substituer à celui du Simplon. L'exécution en serait moins coûteuse et plus facile ; enfin, il raccourcirait la distance de Milan ou de Gênes à Paris de 80 à 120 kilomètres. Le tunnel à percer ne serait que de 11 k. 1/2, à une altitude de 1,300 mètres, et de 14 k. à une altitude de 1,050. Or, le projet de chemin de fer du Saint-Bernard comporte une altitude de 1,800 mètres. La ligne irait d'Aoste à Chamounix, et là, on la relierait à la ligne de Paris-Lyon-Méditerranée par la vallée de l'Arve, Annemasse et Bellegarde, et à celles de Suisse par le Trient.

M. GEORGES RENAUD

Professeur d'économie politique, Secrétaire de la Commission de géographie commerciale, Lauréat de l'Institut.

LES GORGES DE LA DIOSAZ

EXTRAIT

— Séance du 25 août 1875. —

M. RENAUD présente une note sur les gorges de la Diosaz, situées à Servoz, dans la Haute-Savoie, redécouvertes, il y a trois ou quatre ans, par M. Achille Cazin et quelques autres touristes. Ces gorges, longues de 1,200 mètres, renferment huit cascades, de 10 à 30 mètres de hauteur, en moyenne. Aujourd'hui, des galeries sont construites de manière à permettre au public de visiter cette nouvelle curiosité des Alpes françaises, qui dépasse en variété et en beauté celles mêmes de Trient et d'Annecy.

M. LEVASSEUR

Membre de l'Institut.

LE MINISTÈRE DE LA GUERRE A L'EXPOSITION DU CONGRÈS GÉOGRAPHIQUE, A PARIS

— Séance du 25 août 1875. —

Si l'on avait organisé, en 1870, une exposition du genre de celle qu'on voit aujourd'hui aux Tuileries, la réunion eût été assurément moins variée et moins brillante, parce que, depuis cinq ans, l'esprit public a mieux compris l'importance de la géographie, et que la plupart des nations, notamment la Russie et l'Autriche, ont fait de grands efforts pour en développer l'étude et pour en améliorer le matériel d'enseignement.

La France est dans ce cas. Elle n'avait certes pas attendu l'année 1870 pour cultiver la géographie et pour produire des grandes œuvres de l'ordre scientifique ; mais elle avait un matériel d'enseignement très-médiocre, et nous avons eu plus d'une fois l'occasion de dire que ses cartes murales notamment, si l'on exceptait la carte murale de France de M. Cortambert, publiée par M. Audriveau-Goujon, étaient indignes de figurer dans les écoles. Un grand changement s'est opéré. La France, comme la plupart des nations, a pris goût à la géographie plus vivement peut-être que les autres, parce qu'elle se passionne facilement et parce qu'elle plaçait, à tort ou à raison, l'ignorance de cette

science parmi les causes de ses désastres. Les établissements publics, soutenus ou dirigés par l'opinion publique, ont multiplié leurs publications ; le nombre des œuvres scientifiques s'est accru ; les éditeurs ont courageusement entrepris de renouveler le matériel scolaire, et ils ont été encouragés à le faire par le succès qu'obtenaient en général les publications de ce genre.

La France a beaucoup gagné, et sans vouloir marquer précisément le rang que son exposition lui assigne parmi les nations, — ce qui d'ailleurs ne serait pas juste, parce qu'étant chez elle, elle avait ainsi les avantages de la situation, et qu'elle a pu faire plus facilement une exposition plus complète — on peut dire qu'elle s'est sensiblement rapprochée de celles qui naguère la devançaient de beaucoup.

Étudions aujourd'hui les œuvres scientifiques, et, en premier lieu, la carte d'état-major, qui, en France comme dans tous les pays ayant une carte de ce genre, est la première et quelquefois l'unique source de toute bonne cartographie.

Il y a quinze ans, bien peu de Français, en dehors des armes spéciales de l'état-major et du corps des ingénieurs, connaissaient l'existence de cette carte. Depuis cinq ans, on en a beaucoup parlé ; on l'a surtout beaucoup critiquée, en affirmant qu'elle était incomplète, inexacte, bien inférieure à celles de nos voisins ; les plus passionnés l'auraient volontiers rendue responsable de nos défaites. La vérité est que la carte de France de l'état-major est une grande et belle œuvre, qui est susceptible d'être critiquée à certains égards comme la plupart des œuvres de cette nature, mais qui doit d'abord être appréciée à sa juste valeur et louée pour ses mérites. Elle est inachevée, ou du moins elle ne sera achevée que vers la fin de l'année 1875.

Mais combien y a-t-il de grands États d'Europe qui puissent se vanter d'avoir terminé la leur ? Lorsqu'en 1817 une commission, que présidait Laplace, décida l'exécution de cette carte, et lorsque plus tard les règles générales relatives à l'échelle, aux écritures, au figuré du relief furent arrêtées, on n'avait pas encore pour se guider l'expérience des nombreuses cartes d'état-major qui ont été entreprises à une époque postérieure. Laplace avait d'abord songé à l'échelle du 50,000e ; mais l'énormité de la dépense effraya ; le 100,000e parut trop petit, et l'on s'arrêta au 80,000e, qui offrait une grandeur intermédiaire et qui avait l'avantage de ne pas s'écarter sensiblement de l'échelle (86 400,000e) de la carte de Cassini. Aujourd'hui, dans une semblable commission, la majorité se déciderait sans aucun doute pour le 50,000e ; c'est qu'aujourd'hui on est plus familiarisé avec les grands budgets, et l'on sait par expérience qu'une carte d'état-major doit être faite non-seulement pour les militaires, mais pour les ingénieurs qui

construisent des chemins de fer, pour les géologues qui cherchent les formes du terrain, et pour bien d'autres encore.

Cette carte, dont les travaux préparatoires ont commencé en 1818, dont la première livraison a été publiée en 1833, et dont les 267 feuilles seront achevées cette année, a donc exigé plus d'un demi-siècle de labeur; le dépôt de la guerre a calculé, en additionnant toutes les heures employées soit par les officiers pour la triangulation, pour les levés et pour le dessin des cartes-minutes, soit par les graveurs, que le total était de 5,000 ans. Jamais il n'avait été donné, même à ceux qui l'ont créé, de voir l'ensemble de l'œuvre et de juger de son harmonie plus ou moins complète. Les feuilles ont été assemblées pour la première fois en vue de l'Exposition, et c'est à l'Exposition même que les panneaux, contenant chacun 16 feuilles collées, ont été juxtaposés dans la grande salle du Congrès, qui, seule, était capable de contenir une carte mesurant environ 12 mètres 1/2 de hauteur. Elle a bien supporté l'épreuve. L'effet général est saisissant et juste, et quoique tant de mains diverses aient pris part à l'exécution, rien n'est choquant; on peut relever çà et là quelques légers défauts d'expression, trouver, par exemple, que les monts du Mâconnais font trop de saillie sur la plaine de la Saône; mais on doit surtout admirer avec quelle vigueur se détache le massif des Alpes, avec quelle vérité se découpent ses grandes vallées, telles que le Graisivaudan; les plaines de la Limagne et du Forez, qui forment de blancs îlots sur la teinte sombre des terrains mouvementés; les monotones plateaux des Causses, sur lesquels tranchent au contraire en noir les failles dans lesquelles coulent les rivières; les grands cônes de déjections des Pyrénées, qui ont formé l'Armagnac, et que sillonnent de nombreuses vallées étalées en éventail, apparaissent avec une remarquable netteté.

Il y a diverses manières d'exprimer les pentes et le relief du sol; les topographes ne sont pas d'accord sur la meilleure à employer, probablement parce qu'aucune n'exprime à la fois tout ce que l'on voudrait exprimer. La carte de Suisse du général Dufour procède par la lumière oblique venant du nord-ouest, et c'est à cette manière pittoresque qu'elle doit le relief saisissant de ses hautes chaînes. Mais quand le savant veut lire de près et avec précision, il peut regretter qu'une même intensité d'ombre représente des pentes différentes, suivant que le versant est plus ou moins éclairé, et quand il regarde la plaine, il trouve une autre manière, parce que la lumière oblique serait impuissante à faire sentir de légers mouvements sur le côté éclairé. La carte de France procède par la manière dite lumière verticale; partout où le terrain est horizontal, la lumière est supposée l'éclairer de toutes parts, et la carte reste blanche; là où le terrain tombe en paroi verti-

cale, la lumière est supposée glisser à côté et la carte est entièrement noire. Entre ces deux extrêmes, l'intensité du noir diminue progressivement à mesure que l'angle de pente diminue; des hachures dirigées d'une courbe à l'autre, d'autant plus fortes et d'autant plus serrées que les courbes sont elles-mêmes plus rapprochées, c'est-à-dire que la pente est plus rapide, rendent cet effet avec une exactitude mathématique. Ce procédé est certainement d'une conception plus scientifique que celui de la lumière oblique, mais les graveurs ne s'y sont pas toujours scrupuleusement conformés, et dans les régions montagneuses la hachure noircit la feuille de manière à en rendre la lecture difficile.

Il y a un remède à ce mal : c'est l'impression en plusieurs couleurs. Mais ce procédé était inconnu à l'époque où a été entreprise la carte d'état-major, et aujourd'hui encore il y a des topographes qui se défient de l'impression en couleurs, qui, devant être exécutée avec plusieurs planches et par des tirages successifs, n'arrive pas toujours à faire concorder les eaux avec la montagne ou avec les positions des villes. La plupart des états-majors paraissent cependant n'avoir plus cette appréhension, puisque la Hollande pour ses cartes coloniales, la Belgique pour son 20,000e, la Saxe pour son 50,000e, la Suisse pour sa carte par courbes, la Russie pour son 420,000e, emploient la chromolithographie. Le dépôt de la guerre français ne l'a pas non plus, puisqu'il a adopté ce mode pour sa nouvelle carte d'Algérie et qu'il expose de très-heureux essais d'impression en trois couleurs de plusieurs feuilles assemblées du 80,000e; il a choisi à dessein une des parties les plus chargées de hachures, la région de la Tarentaise et de la Maurienne ; par une série de rapports particuliers dont il serait long de décrire le procédé, il a obtenu sur une première pierre les eaux qu'il a tirées en bleu, sur une seconde la lettre et le reste de la planimétrie qu'il a tirés en noir, et à l'aide d'une troisième pierre il a tiré la montagne en bistre. Comparez cette carte avec les mêmes feuilles tirées en noir, et vous serez frappés de la différence ; plus d'obscurité, plus de confusion entre les torrents naissants, les sentiers de montagne et les hachures.

L'essai est concluant, et le dépôt de la guerre a prouvé comment, sans changer le fond de la carte, il pourrait, s'il avait l'argent nécessaire, améliorer les éditions ultérieures de la carte d'état-major.

Il a poussé l'expérience plus loin. Sur une autre épreuve, il a remplacé la hachure par des courbes tirées également en bistre. La clarté générale de la carte est la même, et la courbe a de plus l'avantage d'indiquer avec précision les pentes, puisqu'elle les mesure en même temps qu'elle les figure ; il est regrettable seulement que la région ainsi représentée comprenne une partie des vallées alpestres de l'Italie,

et que la courbe sur les versants italiens soit une pure hypothèse fondée sur quelques cotes et ne mesurant rien de précis, parce que les éléments manquent absolument de ce côté.

La courbe dont les Français Buaches et Dupain-Triel ont donné les premiers rudiments, nous paraît avoir pour elle l'avenir. Elle constitue évidemment la manière la plus précise de traduire le terrain, et à mesure que nous irons, on exigera des cartes topographiques une plus grande précision.

La plupart des Etats sont entrés ou entrent résolument dans cette voie : l'Angleterre, depuis longtemps, avec sa carte à l'échelle de 6 pouces pour mille (10,560e), la Prusse avec son 25,000e, la Belgique, la Suisse, etc. La France sera nécessairement conduite à y entrer; il est désirable qu'elle ne demeure pas trop en arrière et que dès maintenant elle commence à étudier les meilleures méthodes. Déjà un département a donné l'exemple : à l'instigation, croyons-nous, d'un de nos plus jeunes généraux, la Corrèze a obtenu communication des cartes-minutes des officiers, lesquelles sont dessinées à l'échelle du 40,000e et représentent le terrain par des courbes de niveau à équidistance de 10 mètres, et les a publiées après y avoir ajouté les constructions et les voies de communication nouvelles. Nous exhortons les Conseils généraux à méditer et à suivre l'exemple que leur donne un de nos départements les moins riches. La Suisse avait débuté ainsi : plusieurs cantons avaient publié les minutes au 25,000e par courbes des officiers, avant que le gouvernement ne décidât l'exécution par le bureau d'état-major de la grande carte au 25,000e et au 50,000e.

Les feuilles que l'état-major expose portent les courbes de 20 en 20 mètres, et de 100 en 100 mètres la courbe se distingue par un trait plus fort. Il est facile de voir qu'à l'échelle du 80,000e on ne saurait demander, pour une carte de France, une moindre équidistance. Nous avons entendu des officiers supérieurs objecter que la vue du relief était moins saisissante avec la courbe qu'avec la hachure, et nous nous associons à la critique, parce que nous pensons que l'ensemble d'une carte topographique doit être clair au premier coup d'œil, non-seulement pour des topographes, mais pour tous ceux qui auront besoin d'en faire usage. La différence d'expression entre la courbe et la hachure est peu sensible. Sans doute, dans un terrain aussi accidenté que les Alpes, elle le serait beaucoup sur des pentes doucement inclinées, et ce système annulerait complétement les petits mouvements de moins de 20 mètres, tels que certains encaissements de vallées qui ont, pour les travaux de la paix comme pour la guerre, une grande importance. Voyez les trois cartes de la Belgique, elles ne sont pas exemptes de ce défaut, et ce n'est qu'à l'aide d'un artifice ingénieux

qu'il est pallié sur les 160,000e. Le 80,000e danois, gravé avec tant de soin, n'y échappe pas, non plus que la nouvelle carte par courbes de la Sicile, qui n'offre qu'un aspect confus. Si la Suisse a pu en grande partie s'en affranchir, elle le doit d'abord à la perfection du travail, mais aussi aux reliefs considérables qu'elle avait à traduire. Et cependant, comparez les feuilles du 50,000e suisse telles qu'elles sortent des presses, avec celles sur lesquelles le colonel Goulier a ajouté, d'après son procédé, des teintes en manière de lumière oblique, l'effet est tout autre, et vous pourrez juger aisément de la vigueur que ces teintes donnent aux mouvements et de la manière dont le relief ainsi représenté s'impose aux yeux. Grâce à la combinaison de la courbe et de la lumière oblique, cette dernière conserve ses avantages pittoresques sans inconvénient pour la précision, parce que dans les parties claires reste la courbe qui, mesurant la pente et l'altitude, corrige l'impression du premier aspect. Il y a longtemps que le génie français a préconisé ce procédé; il est déjà employé, et un graveur suisse, M. Mullhaupt, exposait à Vienne et à Paris de très-bonnes épreuves de ce genre. Nous le regardons comme étant aujourd'hui un des procédés les plus dignes de fixer l'attention des topographes, et nous sommes convaincu que le 80,000e par courbes, imprimé non plus en trois, mais en quatre couleurs, la quatrième étant une teinte bistre graduée suivant l'angle de pente, se superposant à la courbe partout où la courbe exprime le terrain, suppléant à la courbe dans les mouvements inférieurs à 20 mètres, réunirait les suffrages des amateurs.

Dans la salle des Etats, le dépôt de la guerre a encadré plusieurs cartes-minutes au 40,000e et des vues topographiques correspondantes. Elles font grand honneur au corps d'officiers qui les a dessinées. Elles ne font pas oublier la belle carte manuscrite du massif des Beauges, au 20,000e, dressée au commencement du siècle par les ingénieurs-géographes, et exécutée d'après le procédé de la lumière oblique; ce procédé ajoute sans doute à l'effet pittoresque, mais il n'empêche pas d'apprécier la perfection du travail, et l'on peut affirmer que, sous le Consulat et sous l'Empire, nous possédions des topographes qui n'ont pas été surpassés depuis ce temps. L'état-major renferme sans doute des officiers qui les égalent, mais le corps d'état-major a des services divers, et la confection des cartes n'est souvent pour ceux qui s'y adonnent qu'une des phases de la carrière militaire. Les ingénieurs-géographes y consacraint leur vie entière. Ils y trouvaient leur avancement et ils mettaient à bien faire les cartes tout leur honneur. On a regretté, non sans raison, la suppression déjà ancienne du corps des ingénieurs-géographes; si le ministre de la guerre voulait

le rétablir, il trouverait sans peine dans l'état-major et dans le génie des hommes compétents pour le composer.

Il serait trop long d'insister sur chacun des objets dignes de remarque qu'exposait le dépôt de la guerre dont le nom officiel aujourd'hui est : cinquième bureau de l'état-major général. La carte d'état-major au 32,000e, réduction de la carte au 80,000e, commencée en 1852 et encore inachevée, fait face dans la salle des états à la carte de capitaine au 345,000e, qui est elle-même une réduction de la carte de Cassini : la comparaison montre le progrès accompli dans la connaissance de la topographie de la France, quoique le 320,000e ne soit pas toujours suffisamment expressif. Le dépôt de la guerre, stimulé par les événements et dirigé par des hommes qui ont, comme le colonel Saget et ses deux principaux collaborateurs, les commandants Bugnot et Rouby, l'amour de leur art, a déployé depuis cinq ans une remarquable activité, et il a pensé — ce qui n'a pas toujours été dans les temps passés l'opinion dominante au dépôt de la guerre — que les cartes étaient faites pour être répandues.

Il y a vingt ans, on les vendait sept francs la feuille et on les imprimait sur un papier qui en faisait des gravures à encadrer dans un cabinet plus que des documents à porter sur soi en campagne. On les imprime toujours sur le même papier ; mais on les vend quatre francs la feuille et on a augmenté les catégories de personnes qui jouissent d'un prix réduit ; par un report sur pierre, qui est, il est vrai, quelquefois moins net, mais qui est tiré sur un papier plus fin et plus résistant, on a, grâce à une combinaison particulière, commencé à livrer les mêmes feuilles à un franc et à cinquante centimes pour les privilégiés ; à ce prix, nul, pour ainsi dire, n'a plus le droit de se priver de la commodité de posséder la feuille de la localité qu'il habite. Le dépôt de la guerre a exposé aussi des essais d'agrandissements photolithographiques au 20,000e ; nous ne savons pas si c'est principalement aux besoins de l'armée qu'il a songé, nous qui songeons surtout aux besoins de l'enseignement et qui voudrions que toutes les bonnes écoles fussent munies non-seulement d'une carte du département, mais d'une carte cantonale, nous voyons dans ce procédé un moyen de les créer à bon marché ; nous sommes convaincu que le ministre de la guerre, recevant une demande motivée sur le désir d'enseigner la géographie par la méthode la plus rationnelle, accorderait volontiers à des conseillers généraux qui auraient la générosité d'entreprendre cette œuvre, l'autorisation de publierun report photolithographique au 20,000e, ou mieux au 10,000e, ce qui constituerait une excellente carte murale pour des enfants. Nous avons vivement engagé les éditeurs de cartes scolaires, et le nôtre en particulier, à publier des cartes départementales;

mais nous comprenons la difficulté qu'ils auraient, à cause du débit restreint, à créer à leurs frais des cartes cantonales; le dépôt de la guerre en offre qui sont en quelque sorte toutes faites.

Comme l'Institut militaire d'Autriche, le dépôt de la guerre a entrepris ou patronné certaines œuvres savantes qui sortent de ses travaux ordinaires. Je ne parle pas de l'établissement de la nouvelle méridienne de France, œuvre importante de géodésie, qui rentre directement dans ses attributions, et auquel préside le commandant Perrier. L'honneur de la carte du Liban au 200,000e, par M. Nau de Champlouis, et des levées de Galilée au 100,000e, par MM. Mieulet et Perrier, revient au corps d'état-major. Le sol de Marseille au temps de César est un travail d'érudition d'un de ses officiers, le commandant Rouby. La carte du nivellement des Chotts, situés au sud-est de l'Algérie, est le résultat d'une mission que le ministre de la guerre avait envoyée, et dont le capitaine d'état-major Roudaire était le chef; ce nivellement, remarquable par la précision comme par la rapidité avec laquelle il a été fait, a démontré que le chott Mer-Rhir et la partie occidentale du chott Rharsa étaient notablement au dessous du niveau de la Méditerranée (27 mètres sur certains points). La dépression se continue-t-elle jusqu'au golfe de Gabès? Là est le problème à résoudre; jusqu'à présent, les études faites par MM. Stache et Fuchs et par la commission italienne, tendraient à conclure à la négative.

La carte du Mexique au 3,000e, qui émane aussi du dépôt de la guerre, doit nous intéresser à double titre.

Cette carte, qui est, avec quelques mémoires de la commission scientifique, le seul profit que la France ait retiré de la malheureuse et injustifiable expédition du Mexique, donne avec un degré d'exactitude bien supérieur à toutes les cartes précédentes les formes du terrain et la position des localités déterminées astronomiquement ou par triangulation. Elle est l'œuvre du capitaine d'état-major Nix, qui a publié en même temps, sur pièces officielles, l'histoire de l'expédition du Mexique, et qui, tout en insistant principalement sur les faits militaires, a su présenter avec autant d'élévation que de simplicité l'enchaînement politique de ces tristes événements. Le dépôt expose deux exemplaires en trois couleurs, tirés, l'un avec les pierres mêmes, l'autre avec les clichés typographiques obtenus par report. On sait combien ce procédé est économique quand le tirage est considérable, et la beauté relative du résultat indique le parti que les éditeurs en pourraient tirer pour solliciter par le bon marché la vulgarisation des cartes.

A côté du dépôt de la guerre figurait le dépôt des fortifications. Tous deux dépendent du ministère de la guerre ; ils représentent les deux corps de l'armée dont la topographie est le domaine, l'état-major et le

génie, deux corps qui sont faits pour se seconder mutuellement. Quand des hommes travaillent à une œuvre commune, et qu'ils aiment cette œuvre, ils doivent moins regarder les petites différences de procédés qui les distinguent que les grands intérêts qu'ils représentent et qu'ils défendent ensemble. C'est au génie que revient l'exposition du stadiomètre et du remarquable appareil dit homolographe et destiné à tracer des courbes de tout rayon, du colonel Peaucellier et du commandant Wagner, de l'appareil photographique du capitaine Savary, de la télégraphie optique du colonel Laussedat, de la méthode des teintes du colonel Goulier, du plan relief du capitaine la Noé. Le principal objet de cette exposition est la carte de la France dressée au 500,000e par le dépôt des fortifications, commencée en 1871 sous l'administration du général Chabaud-Latour, et exécutée, sous la direction du colonel Secrétan, par le capitaine Prudent et par ses collaborateurs les capitaines Petit, Grillon et autres. Cette carte, exécutée en chromolithographie, est particulièrement remarquable par le soin avec lequel la topographie a été traitée. Elle porte à la fois la courbe et la hachure, et bien que le mélange de l'une et de l'autre ne soit pas sans quelque confusion parfois, la tentative mérite qu'on y applaudisse. La courbe a servi à assurer avec précision la hachure, qui a été dessinée tout entière de la main du capitaine Prudent, comme le montre le spécimen de l'exposition. La courbe elle-même, dont l'équidistance est de 100 mètres, a été tirée directement des cartes minutes de l'état-major, au 40,000e pour toute la France où ces courbes existent; pour la partie septentrionale, elle a été tracée sur les feuilles du 80,000e à l'aide des intersections des hachures, et par une suite de réductions photographiques ramenée au 500,000e. L'état-major a donc été pour la France l'unique source de la topographie, comme il l'est pour toutes les cartes qui prétendent à l'exactitude. Pour les pays étrangers, le même travail a été fait à l'aide des cartes topographiques et quelquefois des documents inédits communiqués par les états-majors. Elle constitue la seule carte exacte par courbes que nous possédions; c'est là un de ses caractères originaux. Aussi le dépôt des fortifications, à côté de sa carte inachevée, a-t-il eu la judicieuse pensée de placer une carte muette, sur laquelle sont imprimées seulement la courbe et les eaux, et il l'a coloriée hypsométriquement avec trois couleurs, composées chacune de plusieurs teintes dégradées dans un système assez semblable à celui du chevalier de Hauslab. L'effet est juste et saisissant. Il est fâcheux de penser que cette carte, qui pourrait rendre de grands services à l'enseignement, soit manuscrite et doive rentrer à la fin de l'exposition dans les cartons du ministère; nous formons des vœux pour qu'elle soit publiée, indépendamment de l'édition physique et de l'édition complète que le dépôt des fortifications donne des feuilles de sa carte.

Nous nous proposions de parler des autres sources de la cartographie française, telles que le dépôt des cartes de la marine. Le temps nous manque ; mais puisque nous avons consacré ces lignes au ministère de la guerre, nous n'oublierons pas de dire, en terminant, que nous avons vu avec plaisir, par les résultats du cours du lieutenant Henmann, par le cours de topographie du capitaine Poirot, par la boussole et par les études du relief du capitaine d'artillerie Peigné, du miroir équerre du lieutenant Gauvret, que dans l'armée, la géographie n'était pas cultivée seulement par les deux corps qu'elle concerne d'une manière toute spéciale.

15e Section

ÉCONOMIE POLITIQUE ET STATISTIQUE

PRÉSIDENT..... M. LEVASSEUR, Membre de l'Institut, Professeur au Collége de France.

VICE-PRÉSIDENT..... M. DOUCIN, Inspecteur honoraire d'Académie.

SECRÉTAIRES..... MM. G. RENAUD, Membre de la Société d'économie politique et lauréat de l'Institut.

J. LEFORT, Avocat à la Cour d'appel de Paris, lauréat de l'Institut.

M. DOUCIN

Inspecteur honoraire d'Académie, trésorier de la Société Académique de la Loire-Inférieure.

LA SOCIÉTÉ ACADÉMIQUE DE NANTES ET DE LA LOIRE-INFÉRIEURE

— Séance du 20 août 1875. —

La première idée d'une société littéraire à Nantes est due, en 1727, à Gérard Mellier, un des maires les plus intelligents de cette ville ; la mort l'empêcha toutefois de mettre son projet à exécution.

En 1757, un négociant de Nantes, Montaudouin de la Touche, Jean-Gabriel, adressait aux Etats de Bretagne un mémoire remarquable sur

l'utilité d'une société d'agriculture, de commerce et d'arts, et, la même année, un brevet royal confirmait cette création ; mais le siége de cette société était à Rennes. Seulement les six membres de l'évêché de Nantes devaient se réunir dans cette ville une fois par mois.

Ce ne fut qu'en 1791 que Nantes fut dotée d'une Société d'Agriculture, Commerce et Arts, grâce à l'initiative de dix négociants et agriculteurs. Cette Société, dont l'importance était vivement appréciée, eut pour premier président Mathurin Baudoin, négociant, et comptait près de 300 membres, quand elle fut emportée par la tourmente révolutionnaire et les proscriptions de Carrier, qui vouaient à la mort cent trente-deux des principaux habitants.

Nantes était donc dépourvue de tout centre intellectuel, lorsque le 1er fructidor an VI (18 août 1798), les membres du jury d'instruction publique, s'adjoignant les professeurs de l'Ecole centrale et plusieurs autres citoyens instruits, se formèrent *en Institut départemental des Sciences et des Arts,* et arrêtèrent des statuts, sous la présidence provisoire du président du jury d'instruction, le citoyen O. de Gay, ingénieur de marine.

Favorablement accueillis par les administrateurs du département et de la ville, les trente et un fondateurs (1) constituèrent leur bureau, s'adjoignirent vingt-neuf membres, se partagèrent en trois classes ayant chacune leur secrétaire particulier, et formèrent un Comité central de vingt-huit membres, avec mission de surveiller et de recueillir tout ce qui aurait rapport à l'art ou à la science dont chacun de ces membres semblait avoir des notions plus approfondies.

Il est juste de constater que parmi les fondateurs et les membres qu'ils s'adjoignirent successivement, figurèrent plusieurs des membres de la Société fondée en 1791.

Un des premiers soins de l'Institut une fois constitué, fut de se faire connaître au dehors : demande au ministre de l'intérieur de journaux périodiques d'arts et de sciences ; adresse au premier consul, à l'occasion de l'acte constitutionnel qui le portait à la première magistrature de la République ; lettre à l'Institut national pour lui notifier et l'existence de l'Institut départemental et son désir de se montrer digne de son modèle, etc. C'était, en effet, d'après les statuts de l'Institut national qu'avaient été établis ceux de l'Institut départemental, mais l'expérience vint de temps en temps prouver qu'on n'avait pas suffisamment tenu compte de la différence des circonstances et des ressources. Aussi fallut-il modifier plusieurs fois le règlement primitif pour en rendre l'exécution possible.

(1) Voir page 1247.

Le point capital de l'organisation intérieure de l'Institut fut le plan de ses travaux. Ce n'était pas une prescription obligatoire, c'était plutôt l'indication d'un but commun à atteindre. L'idée dominante de ce plan était de faire progresser l'agriculture, le commerce et l'industrie du département, de propager les connaissances utiles, sans négliger toutefois la culture des lettres, des sciences et des arts, ni la conservation des monuments dont le temps et les guerres civiles avaient commencé la destruction.

Pendant les vingt premières années de son existence, la Société fut constamment entravée dans son essor par le manque de ressources, au point qu'elle ne put donner que deux séances publiques et faire imprimer qu'un seul volume pour les comptes rendus de ses travaux. D'un côté, ses membres ne pouvaient poursuivre utilement des expériences souvent très-dispendieuses, ni même publier des mémoires aussi nombreux qu'intéressants ; de l'autre, aucune récompense ne pouvait être proposée aux inventeurs qui lui soumettaient leurs idées ou leurs machines, puisque l'allocation départementale accordée à l'ancienne Société d'agriculture, commerce et arts, lui avait été refusée.

Cependant, malgré tous ces obstacles, elle ne cessa de remplir son but par l'encouragement de l'industrie locale et la propagation des connaissances utiles. On peut même affirmer sans crainte d'être contredit que, pendant ces vingt années, il ne se fit rien d'important à Nantes en dehors de son intervention plus ou moins directe. Ainsi, pour ne citer que les faits les plus saillants, par ses démarches réitérées elle contribua à la création de trois établissements considérables : le Lycée, le Muséum d'histoire naturelle et le Musée de tableaux. L'hygiène publique lui dut la propagation de la vaccine, l'amélioration de l'éducation des enfants abandonnés, l'analyse des eaux du puisard de l'Hôtel-Dieu et l'invention d'un lit mécanique pour les blessés.

Pour développer l'agriculture, elle introduisit des charrues perfectionnées, propagea la culture du chou-colza et essaya celle du pastel.

L'invention d'une nouvelle pompe à feu, l'expérimentation du bélier hydraulique de Montgolfier, des modifications introduites dans le fourneau Rumford, l'invention d'un hydromètre universel et d'un granimètre pour prévenir les fraudes dans le mesurage des grains, prouvèrent tous ses efforts pour améliorer soit l'industrie locale, soit le commerce.

Les sciences physiques firent aussi l'objet de ses recherches, ainsi que le constatent la découverte et l'analyse d'eaux minérales à Nantes et dans les environs, la fabrication avec des verres de fabrique française d'un objectif achromatique, la découverte de l'alcalisation du sel marin, et des essais sur l'extraction de la potasse de la fougère femelle.

En minéralogie, elle signala l'existence de carrières de pierres à chaux dans le département, de mines d'étain et de plomb.

Elle contribua également à la vulgarisation du système décimal des poids et mesures, auquel les populations s'accoutumaient difficilement.

Tous ces services ne mirent pas la Société académique à l'abri des réactions politiques à la suite des événements de 1815, malgré le soin qu'elle prenait d'éviter, dans ses séances et ses travaux, tout ce qui aurait pu la compromettre sous le rapport politique ou religieux. La part qu'avaient prise plusieurs de ses membres au gouvernement soit républicain, soit impérial, lui valut deux années de fermeture, du 1er février 1816 au 28 janvier 1818, pendant lesquelles l'autorité s'efforça, mais en vain, de la remplacer par deux autres sociétés, l'une littéraire et scientifique, l'autre agricole et commerciale. La fermeté de son président, le docteur Fréteau, l'influence dont elle jouissait dans la ville (influence si bien établie que, le 4 mars 1817, le Conseil de salubrité, une des créations les plus utiles de Nantes, fut exclusivement composé de ses membres), parvinrent non-seulement à obtenir son rétablissement, mais encore à empêcher la mise à exécution du règlement que l'autorité voulait lui imposer.

La Société se trouvait alors composée de cent sept membres résidants et cent trente et un correspondants. Elle était en outre en relations avec vingt-quatre sociétés savantes.

Le seul avantage qu'elle retira de cette pénible lutte, et il fut capital pour sa mission, ce fut l'inscription annuelle au budget départemental d'une allocation qui finit par s'élever jusqu'à 1,500 fr., soit pour l'impression de ses annales, soit pour des distributions de prix.

Dès 1819 et pendant les années suivantes, elle mettait successivement au concours :

1° Le moyen le plus sûr pour rendre à l'agriculture les 120,000 arpents des landes de la Loire-Inférieure ;

2° Les antiquités et les monuments de la Bretagne ;

3° Les moyens de détruire les préventions contre la vaccine ;

4° L'application de l'invention des bateaux à vapeur à la navigation de la Loire jusqu'à Orléans ;

5° L'origine, la cause et la nature de la fièvre jaune, ses propriétés contagieuses ; les quarantaines ;

6° Un projet d'organisation d'un dépôt pour les mendiants valides ;

7° L'amélioration des vignobles du département ;

8° La question des amendements et des engrais, suivant la culture des terres ; leur sophistication ;

9° L'état des sciences et des arts au XIVe siècle dans le Comté nantais et les progrès faits depuis cette époque ;

10° Un manuel élémentaire d'agriculture à la portée des cultivateurs du département ;

11° L'étude de l'ancienne législation bretonne sur la matière des Communaux ; les modifications introduites depuis 1789 ; les moyens de faire cesser la compascuité et de hâter la mise en culture des Communaux ;

12° La statistique complète ou partielle du département ;

13° Les avantages pour le département et la ville en particulier des canaux de Bretagne, les réductions à opérer sur les droits d'entrée, la fixation du fret, etc. ;

14° Les causes de la fréquence des fièvres intermittentes, et le traitement à employer de suite et dans les retours.

Elle n'oubliait cependant ni les hauts faits de l'histoire de Bretagne, ni les illustrations locales : le combat des Trente, la vie d'Abeilard, etc., etc.

En outre, en 1822, elle faisait une exposition de nombreux instruments aratoires et de machines qu'elle avait achetés ou qui appartenaient à ses membres.

L'année suivante, sur ses instances, un observatoire était fondé par la ville et confié à l'un de ses membres, Frédéric Huette, qui, pendant un demi-siècle, le dirigea et publia ses observations météorologiques.

Elle ne se bornait pas à faire venir de l'étranger des graines de plantes et surtout de céréales et à les distribuer gratuitement, mais elle en faisait les essais. Elle organisait aussi, en 1824, une exposition des produits locaux, devançant ainsi dans cette voie si féconde les autres départements.

L'amélioration du commerce de la Loire, soit par le creusement du lit du fleuve, soit par un canal latéral, soit par un chemin de fer, était l'objet constant de ses études.

En 1825, elle formait dans son sein une *Section de Médecine*, qui fondait un journal spécial dont la publication se continue de nos jours, et elle augmentait le nombre de ses correspondances avec les Sociétés savantes.

En 1827, c'était une *Section d'Agriculture* qui s'ajoutait à son organisation ; ses membres contribuaient à la formation du jury pour l'exposition industrielle départementale, et Louis Say, frère du célèbre économiste, publiait un traité élémentaire de la richesse individuelle et publique.

Enfin, à l'occasion de la foire nantaise, elle distribuait des primes d'encouragement aux meilleures cultures et aux plus beaux animaux de race bretonne. Plus tard, elle les étendait aux fermiers et à leurs domestiques.

L'année 1830 marque dans l'histoire de la Société académique : elle se recrutait des onze membres de la Société polytechnique, commençait la publication de ses Annales, qui, jusqu'alors, se bornaient depuis 1818 à la reproduction du compte rendu de chaque séance publique annuelle, et se livrait à de sérieuses études sur les développements réclamés à Nantes par l'instruction considérée sous tous les points de vue.

Ainsi l'enseignement supérieur aurait été donné par un Athénée dont tous les cours auraient été faits gratuitement par les membres de la Société ; le manque de ressources pour les frais d'installation fut le seul obstacle à cette réalisation. Devançant les bienfaits de la loi Guizot, la Société soumettait aux différentes autorités le projet d'un enseignement intermédiaire, et étudiait la création d'une Ecole normale pour le département. Si son projet d'un musée commercial avec annexes de cours d'histoire et de géographie, d'histoire naturelle, de droit commercial et d'économie politique, ne devait pas se réaliser, du moins celui d'un musée industriel lui permettait, en 1833, d'y déposer tous les modèles des machines qu'elle possédait.

En 1834, le Conseil général, en créant des courses de chevaux à Nantes, chargeait la Société de les organiser, d'en distribuer les prix et d'en faire les rapports. C'était, du reste, la récompense bien méritée de ses travaux pour améliorer l'espèce chevaline par la création d'une race française et par des modifications dans le régime des haras. Le préfet l'invitait en outre à concourir à l'organisation et au maintien des comices agricoles fondés dans chaque canton par le conseil général ; c'était surtout par sa section d'agriculture qu'elle remplissait cette utile mission.

Ces occupations ne lui faisaient pas perdre de vue les questions sociales : moyens de prévenir les coalitions d'ouvriers, réforme du système pénitentiaire, améliorations des prisons départementales, examen du projet de loi sur les douanes, etc. Elle provoquait la création par la Ville de deux cours d'adultes, celui que dirigeaient les Frères de la Doctrine chrétienne ne suffisant pas à tous les besoins ; elle formait dans son sein une commission permanente d'archéologie, dont la mission devait plus tard s'amoindrir par la création, en 1845, d'une Société indépendante d'Archéologie ; s'occupait de l'histoire du commerce de Nantes et des moyens de le développer, et envoyait un mémoire substantiel en réponse aux questions posées par les Conseils généraux d'agriculture, de commerce et des manufactures.

En 1835, quarante-trois membres du cercle médical, médecins, chirurgiens et pharmaciens, venaient grossir ses rangs, et lui permettaient de provoquer la tenue à Nantes d'un congrès médical des départements de l'Ouest.

Pour faciliter l'étude des nombreuses questions dont elle s'occupait, elle formait une *Section des Lettres, Sciences et Arts,* ce qui, avec celles d'Agriculture et de Médecine, faisait trois sections donnant chacune le rapport trimestriel de leurs travaux. Ce n'est que plus tard que ces rapports devinrent annuels.

Pour hâter les progrès de l'agriculture, elle achetait la charrue Grangé, instituait, quelques années plus tard, un concours de charrues, et introduisait un batteur anglais qu'elle soumettait à des épreuves concluantes. Elle s'efforçait aussi de propager la culture du chêne-liége, du houblon, du maïs, etc.

En 1836, elle faisait le rapport sur l'exposition de tableaux, distribuait, l'année suivante, des récompenses à l'exposition des produits des arts et de l'industrie, et s'occupait d'un projet de décentralisation littéraire et artistique.

Si, depuis longtemps, elle s'occupait de la statistique du département à différents points de vue, ce fut surtout en 1839 et pendant les années suivantes qu'elle donna suite à ce travail destiné à compléter et à tenir au courant des progrès réalisés, la statistique qu'avait publiée en l'an XI l'un de ses fondateurs, Huet de Coëtlisan, avec le concours de quelques-uns de ses confrères.

Sous le titre de Statistique résumée du département, les Annales de ces diverses années traitent de la géologie et de la minéralogie, de la météorologie, de l'agriculture et des forêts, de l'industrie et des machines à vapeur, du commerce : foires et marchés, colportage, ventes publiques; du commerce du sel, du lin, du chanvre, des différents corps représentatifs du commerce, de la topographie médicale : choléra en 1834, fièvres typhoïdes en 1836 et grippe en 1837 ; de la bibliothèque, des mœurs et du théâtre, etc.

Elle continuait aussi les notices des Bretons célèbres : Le Sage, Duclos, La Tour d'Auvergne, Larrey, Broussais, La Chalotais, Lamennais, Châteaubriand, Du Coüedic, etc., et s'occupait des monuments de la ville et du département.

En 1843, de concert avec la Société industrielle, celle des Beaux-Arts et celle d'Horticulture, composant en quelque sorte l'Institut nantais, la Société académique, grâce aux fonds alloués par le Conseil municipal, invitait le Congrès scientifique de France tenu à Angers, à faire une excursion à Nantes et à en visiter les principaux monuments.

L'année suivante, la question des réformes à introduire dans les établissements hospitaliers de la ville, donnait lieu à d'importantes recherches historiques sur les anciens établissements de cette catégorie.

Ce fut en 1845 que la Société s'occupa sérieusement de la création d'un bassin à flot à Saint-Nazaire, mesure réclamée si vivement par le Commerce, et qui reçoit en ce moment même de nouveaux développements. La législation des sucres, dont les variations ont tant influé sur notre situation maritime et commerciale, l'insuffisance de la houille en France pour les besoins de l'industrie, l'emploi de la marne en agriculture, étaient l'objet de divers mémoires, et l'un des membres les plus actifs, Ev. Colombel, se livrait, pendant plusieurs années, à des études juridiques et politiques sur le XVI[e] siècle : Satire Ménippée, Jean Bodin, Utopie du chancelier Thomas Morus, etc. Les causes du mouvement anormal des campagnes vers les villes, et les moyens d'y remédier dans l'intérêt de l'agriculture, étaient mis au concours. Cette importante question sociale, celles des livrets d'ouvriers, de l'emploi de la femme dans l'industrie et de l'impôt, n'empêchaient pas la Société de s'occuper de critique littéraire et d'études sur la littérature persane et en particulier sur les œuvres de Firdousi.

En 1847, les dix membres d'une Société linnéenne en voie de formation à Nantes, entrèrent dans la Société académique, et formèrent le noyau d'une quatrième section dite des *Sciences naturelles.* Des excursions scientifiques ne tardèrent pas à mieux faire connaître la flore et la faune du département.

En 1848, les annales s'enrichissaient d'un rapport sur une exposition de peinture et de sculpture à Nantes, et, plus tard, des prix étaient décernés par la Société aux artistes et aux industriels de la ville.

Le retour du choléra, en 1849, fournissait à la section de médecine l'occasion de prouver une fois de plus tout son dévouement à l'hygiène publique.

Non-seulement la Société accordait un prix à l'ouvrage de G. Le Jean, *Examen critique des historiens de Bretagne,* mais encore elle le publiait à ses frais. L'un de ses membres lui offrait les primeurs de son *Histoire de la Ligue en Bretagne.* L'agriculture n'était pas non plus négligée, et, outre un projet de fondation de caisses agricoles, une médaille était décernée à une étude historique sur l'association relativement au travail agricole.

Ce fut vers cette époque qu'un des membres, M. Renoul, négociant et adjoint au maire de la ville, commença à étudier les différentes institutions et les principaux quartiers de Nantes, renseignements très-curieux et qui alimentèrent les annales pendant une assez longue série d'années.

En 1851, la question de l'origine des Nannètes et leur capitale était savamment discutée, et des recherches historiques étaient faites sur les grandes épidémies à Nantes.

L'année suivante est marquée par la découverte de M. Cailliaud sur la perforation mécanique des gneiss de la côte par les pholades, découverte qui valut à son auteur, en 1855, une médaille d'or de l'Académie de Harlem.

La Société était consultée par le préfet sur une compagnie d'assurances contre la grêle, et par la direction générale des douanes sur une plante de la Guyane à introduire dans nos landes.

Ce fut aussi en 1852 qu'un prix fut décerné à l'auteur d'un mémoire sur les moyens les plus efficaces d'organiser la médecine des pauvres dans les villes et dans les campagnes, question capitale qui recevait des développements par des études en 1854 sur le service médical des pauvres à Nantes, en 1862 sur le placement des vieillards indigents dans leurs familles, et enfin en 1865 sur la situation des classes nécessiteuses du département sous le rapport des secours médicaux.

La Société, qui, en 1853, publiait le *Commerce honorable,* par Jean Eon, Frère Mathias de Saint Jean *et les édits d'établissement de la compagnie du commerce du Morbihan, en 1626,* récompensait, en 1857, d'une médaille d'or un mémoire sur le passé, le présent et l'avenir du commerce de Nantes par E.-B. Lebeuf, et donnait des instructions élémentaires sur les instruments employés dans les observations d'astronomie nautique et de météorologie.

L'histoire et la géographie locales se complétaient par un essai sur le dictionnaire des terres et des seigneuries comprises dans l'ancien Comté nantais et le département actuel de la Loire-Inférieure, par des notes historiques et statistiques sur les communes de la Loire-Inférieure et plus tard par un dictionnaire des lieux habités du département.

Pendant ces années, la littérature et la philosophie n'étaient pas négligées, comme l'attestent les études sur saint Ambroise, sur le spiritualisme dans l'art, les dissertations sur les doctrines philosophiques et morales de Broussais, sur Dieu et l'âme manifestés par l'étude des lois vitales et physiologiques de l'homme, les mémoires sur l'imitation des anciens par les modernes et sur la transformation de l'idée du destin.

A partir de 1858, la section des sciences naturelles donnait successivement l'essai d'un catalogue des plantes cryptogames, l'histoire et la description des coléoptères du département, et une étude sur les reptiles de la Loire-Inférieure et de la Vendée. M. Cailliaud publiait la carte géologique du département en 1861, et cette même année, la Société botanique de France tenait à Nantes une session extraordinaire ; des herborisations étaient préparées par les membres de la section des sciences naturelles, et la première séance du congrès avait lieu au local de la société académique. Plusieurs de ces travaux avaient obtenu de

notre société des médailles d'or ou d'argent, ainsi qu'en obtinrent, en 1863, les catalogues des oiseaux observés dans la Loire-Inférieure et des coquilles du département.

En 1859, un rapport spécial faisant ressortir la valeur et les avantages du premier concours régional à Nantes et de l'exposition horticole.

La section de médecine ne restait pas inactive. Après avoir publié, en 1860, des mémoires de physiologie pathologique basés sur l'étude microscopique des tissus, elle s'occupait, en 1863, de rapports sur une épidémie de variole et sur la question de la vaccine et de la revaccination. L'année suivante, une médaille d'argent récompensait une étude médico-légale sur l'infanticide.

Si, depuis 1865, la section d'agriculture, commerce et industrie, ne fournissait plus de travail d'ensemble, quelques membres s'occupaient soit des engrais, de leur dosage et de la nécessité d'une loi pour en réprimer la falsification; soit des phénomènes électro-chimiques caractérisant l'altération à la mer des alliages employés pour doubler les navires, soit d'études historiques sur la politique commerciale de la France, soit de l'avenir de Nantes comme port de mer depuis l'ouverture du chemin de fer et du bassin à flot de Saint-Nazaire; et en 1858, la société décernait une médaille d'argent à l'auteur d'un travail sur les moyens d'améliorer l'alimentation du peuple en amenant la réduction du prix de la viande.

L'histoire locale se complétait par une nouvelle étude sur les Nannètes aux époques celtique et romaine, par la publication du complément de l'histoire de Nantes par Travers, et plus tard, par la continuation inédite de l'histoire de Nantes par Proust de la Gironnière, par les biographies de Ceineray, l'habile architecte, d'Urvoy de Saint-Bedan, ce bienfaiteur de Nantes et de son musée de tableaux en particulier; et la société décernait, en 1861, une médaille de vermeil à des recherches sur la vie, les doctrines économiques et les travaux de J.-J. Louis Graslin, à qui la ville doit le quartier qui porte son nom.

Outre des fables et des poésies légères, la littérature peut citer, pendant cette série d'années, divers travaux importants: études sur Mellin de Saint-Gelais, sur les langues et les littératures hindoues, sur Moser et plusieurs critiques littéraires et artistiques.

En 1865, la question toujours pendante de l'amélioration de la Loire était l'objet d'une nouvelle étude, et l'année suivante une mention était accordée à un mémoire sur la Loire et le canal maritime.

Un travail sur le régime de l'instruction primaire en France et la nécessité de la développer, prouvaient les efforts de la Société pour la diffusion des lumières. Elle s'occupait de l'éducation sociale des ou-

vriers, et préparait aussi en 1866 des statuts pour l'établissement d'une bibliothèque populaire, qu'elle se proposait de fonder à Nantes sous son patronage. Diverses circonstances empêchèrent la réalisation de cette œuvre.

En 1867, au congrès des sociétés savantes à la Sorbonne, les succès de deux de ses membres dans les sciences naturelles lui méritaient une médaille de bronze de la part du ministre de l'instruction publique.

L'année suivante, elle insérait dans ses annales une notice sur Jeanne de Belleville, poëme remarquable qui inaugurait un cycle par lequel l'auteur, M. Émile Péhant, bibliothécaire de la ville, entreprenait de célébrer les hauts faits de l'histoire de Bretagne au XIV^{e} siècle.

En 1869, une notice était présentée par deux membres sur les moyens de préserver de toute oxydation la coque des navires en fer, moyens qui continuent à être soumis à des expériences consciencieuses.

En cette même année, la section de médecine recevait des communications sur l'ovariotomie, pratiquée avec succès par quelques-uns de ses membres.

L'histoire locale et l'archéologie étaient en même temps le sujet de plusieurs travaux : dissertation sur Ratiatum; topographie de la ville de Clisson et des communes environnantes; histoire du château de Blain, indépendamment de médailles accordées aux mémoires sur la tour de Pirmil et sur les sergenteries de Blain.

La poésie prenait un nouvel essor : des fables et des ballades étaient traduites de l'anglais et de l'allemand, et la critique littéraire se tenait au courant des principales œuvres contemporaines.

De 1870 à l'époque actuelle, plusieurs questions intéressant l'agriculture ont été savamment traitées : influence des courses sur l'amélioration des races chevalines; essai sur la race bovine de cette région; mémoire sur la production du cheval d'armes; études chimiques sur la végétation des landes de Bretagne; observations sur l'analyse des matières azotées.

Une étude comparée des impôts sur les cotons filés en France et à l'étranger, un mémoire sur la construction d'un four pour la calcination des pierres calcaires et le grillage de divers minerais, ont prouvé que la société ne perd pas de vue les intérêts commerciaux et industriels.

Des notices sur la surveillance de la haute police et sur les conseils de préfecture en tant que juridiction contentieuse, quelques considérations sur l'extradition, une étude sur les octrois, ont témoigné du soin qu'elle prend aux questions sociales.

La question de l'enseignement supérieur ne pouvait la laisser indifférente, et les annales ont accueilli une analyse d'un projet de loi sur

cet enseignement, et un mémoire sur l'utilité de la multiplication des facultés de médecine en France.

La linguistique s'est enrichie d'une étude raisonnée de l'alphabet des sons de la langue française ; l'esthétique, de l'analyse d'un traité sur le beau, et d'un compte rendu fort remarquable d'un traité de l'Art chrétien.

L'histoire des hôpitaux de Nantes, entreprise pour la troisième fois avec de nouveaux développements, celle de la corporation des apothicaires, la biographie de Catherine de Parthenay, vicomtesse de Rohan, ont maintenu les souvenirs des institutions et des célébrités locales, pendant que la poésie vengeait la morale des dissolvantes doctrines du matérialisme et de la libre-pensée, et que la critique littéraire faisait ressortir les beautés de plusieurs poëmes dus à l'inspiration de nos membres.

Le choix par le ministre de l'instruction publique de quelques volumes de nos annales pour représenter en 1873, à l'exposition de Vienne (Autriche), les académies de province, a été pour notre Société un témoignage des plus encourageants.

Fidèle à ses traditions, la Société nommait en 1873 et en 1874, des commissions dont les rapports ont mis en relief l'exposition artistique et le concours régional de Nantes, et elle écoutait avec le plus vif intérêt une savante étude sur la réorganisation du muséum d'histoire naturelle, dont l'inauguration fête en quelque sorte la bienvenue du Congrès.

Si d'ailleurs la ville de Nantes jouit en ce moment de la présence des membres de l'Association française pour l'avancement des sciences, cette institution nationale créée au lendemain de nos désastres pour nous aider à réparer nos pertes et à vulgariser la science par la décentralisation, c'est à l'initiative et aux actives démarches de la Société académique qu'elle doit ce bienfait et cet honneur. Grâces en seront à juste titre rendues aux administrations départementale et municipale pour leur généreux concours ; mais aussi le mérite de cette initiative prouvera à nos concitoyens que nous n'avons pas dégénéré de nos fondateurs, et que, comme eux, nous justifions le but de notre institution : l'encouragement de l'industrie locale, la propagation des connaissances utiles.

Modifications survenues dans les titres de la Société académique.

1° *Institut départemental des Sciences et des Arts de la Loire-Inférieure.*
1er fructidor an VI (18 août 1798).

2° *Société des Sciences et des Arts du département de la Loire-Inférieure.*
25 floréal an X (15 mai 1802).

3° *Société académique du département de la Loire-Inférieure.*

Décision ministérielle du 17 juillet 1817 approuvant le projet de règlement et de l'institution de la Société académique.

4° *Société royale académique du département de la Loire-Inférieure.*

Ordonnance royale du 1er février 1831.

5° *Société académique de Nantes et du département de la Loire-Inférieure.*

Depuis 1848.

Liste des fondateurs.

1° MEMBRES DU JURY D'INSTRUCTION PUBLIQUE.

O. DE GAY, ingénieur de la marine.— LAENNEC (Guillaume-François), médecin. — ATHÉNAS, directeur de la Monnaie. — RICHARD jeune, médecin. — MARION, juge civil. — CANTIN, chirurgien. — HUET DE COETLISAN (J.-B.-C.-R.), secrétaire général du département. — GÉDOUIN (Félix), homme de loi. — PECCOT (Antoine), commissaire national à la Monnaie. — CRUCY (Mathurin), architecte-voyer.

2° PROFESSEURS DE L'ÉCOLE CENTRALE.

LEMEIGNEN (François), médecin, professeur d'histoire naturelle. — BARRÉ, professeur de mathématiques. — BONNEMANT (Pierre) (l'abbé), professeur de langues anciennes. — DARBEFEUILLE (J.-B.-A.), professeur de physique. — POIRIER (Etienne), professeur de grammaire générale. — RENOU, médecin, professeur de littérature. — FOURÉ, médecin, professeur de littérature. — ROLLIN, professeur de législation. — BONNARD, bibliothécaire.

3° MEMBRES D'ORIGINES DIVERSES.

HECTOT, pharmacien. — DUBUISSON (François-René-André), naturaliste. — BLANCHARD DE LA MUSSE, littérateur. — MOSNERON aîné, littérateur. — DABIT, pharmacien. — DANILO, chirurgien, professeur d'accouchement. — TRÉLUYER DE LA NOE, médecin. — MARSSON, commissaire du directoire exécutif. — DUPORTEAU, homme de loi. — ULLIAC (Pierre-Florentin), chirurgien en chef. — BOUTEILLER (Henri), littérateur. — HUETTE (Louis), opticien.

Mme HIPPOLYTE MEUNIER

HYGIÈNE SCOLAIRE

— Séance du 20 août 1875. —

Tout a été dit sur l'hygiène scolaire. Les physiologistes peuvent établir avec méthode aujourd'hui quelle est la nature de l'air respirable qui convient aux jeunes habitants des classes ; dans quelles proportions

et dans quelle mesure la ventilation doit être pratiquée pour assurer à chaque élève la dose d'*air pur,* renouvelé à tant de mètres cubes par heure, selon les espaces et les milieux. Ils savent dispenser la lumière comme ils dispensent l'air et la chaleur, et traiter la jeune plante humaine avec une aussi parfaite assurance que les horticulteurs traitent les végétaux. Si la salle d'études reste étroite ou basse ; si le jour tombe à faux sur les livres, les tableaux et fatigue les yeux de l'écolier; si le ventilateur le glace et l'enrhume ; si le poêle le chauffe abusivement et l'énerve, ce ne peut être faute de connaissances. La question est d'ores et déjà étudiée et jugée.

Il nous a paru, cependant, qu'un examen nouveau pouvait être fait de cette éducation physique, si entièrement liée à la culture intellectuelle ; car il existe une relation inéluctable entre le développement des forces du corps et celui des forces de l'esprit.

Le devoir maternel qui incombe à toutes les femmes leur impose une étude progressive des procédés employés dans nos écoles, et de toutes les pratiques meurtrières qu'elles ont acceptées jusqu'alors avec une soumission inconsciente.

La distribution mesurée de la lumière et de la chaleur est désormais acceptée dans la moindre de nos écoles de villages et prépare, pour l'avenir, des générations robustes. Espérons-le ; mais, ce point obtenu, dirigeons nos efforts et notre initiative vers la réforme de nos programmes scolaires, en ce qu'ils touchent à la santé : car cette partie de l'hygiène scolaire nous semble intéressante à signaler, avec insistance, aux femmes de notre pays, pour en obtenir la prompte et générale adoption.

On aurait tort de se payer de mots. Les deux éducations, des sens et de l'esprit, doivent être simultanées et non pas successives. L'enfant ne peut réformer au gymnase ce qu'il perd à l'école, et réciproquement ; les heures consacrées à l'étude ne peuvent impunément soumettre nos jeunes générations à de vicieuses attitudes, qui seront corrigées et comme compensées par les heures de liberté. La promenade ne relève pas assez le moral de l'élève, que le travail de la pensée aura éteint. Et, d'autre part, l'enfant de village, rompu aux exercices du corps par le salutaire travail des champs, ne prendra pas, en changeant de milieu, les allures et le maintien des enfants de la ville, pour avoir simplement traversé l'école : — à moins que l'éducation scolaire n'ait l'hygiène pour base.

On a dit du peuple français qu'il était « de tous les peuples le plus spirituel, bien qu'il ne sut ni lire, ni écrire, ni parler.» (Ed. Laboulaye.) Que l'école enseigne ou n'enseigne pas à lire, à écrire, c'est affaire de pédagogie ; mais qu'elle oublie d'enseigner à parler, ceci rentre

dans notre sujet, on en conviendra. L'usage et la mesure des facultés physiques de l'enfant sont établis, d'avance, par d'inflexibles LOIS. On le voit assez, on l'entend davantage, dans une cour d'école ou de lycée, après les heures de leçons et d'immobilité. La sortie de classe est désordonnée, bruyante. On répare avec usure le temps perdu.

Nous nous demanderons si l'enfant qui a beaucoup crié en récréation pour utiliser ses poumons comprimés par le silence scolaire, se montre ensuite plus habile au tableau, vienne pour lui la nécessité d'y faire une démonstration ? Et cette question, ainsi posée, nous amène à reconnaître la connexité inévitable, la relation obligatoire des deux existences, d'où l'impossibilité de séparer la gymnastique du corps de la gymnastique de l'esprit.

Nos amis de Belgique, fidèles à leur programme de juillet 1871, le pensent avec nous. La locomotion est une agitation nécessaire, fructueuse : la bonne éducation de la jeunesse se compose de mouvement. Le *Cercle de la ligue belge de l'enseignement* vient d'organiser des voyages scolaires. A l'heure où nous traçons ces lignes, un premier groupe de quarante élèves, choisis dans les écoles communales, rentre à Bruxelles, après une course à Bruges et à la mer : 200 autres suivront. La dépense a été insignifiante : cinq francs par élève. — « Mais, ajoute M. Ch. Buls, secrétaire général, les jeunes voyageurs sont enchantés de tout ce qu'ils ont vu de nouveau et ravis de l'accueil qui leur a été fait. » Il nous reste à penser que cette hospitalité, généreusement offerte aux jeunes excursionnistes par leurs concitoyens, a diminué les frais de ces pionniers de l'école, nouveaux chercheurs du monde nouveau !

Cette manière de faire de la *géographie* pratique, nouvelle chez nos voisins du nord, rentre dans les habitudes de la Suisse. Il est à désirer que de nombreux groupes d'élèves suivent, à Paris, cet excellent exemple et celui de la belle *école Monge*. MM. les instituteurs se sont longtemps montrés hostiles à l'idée de conduire leurs élèves en pleins champs ; et cette idée reste absolument inacceptable aux yeux de Mesdames les institutrices. « La discipline, disent-elles, devient impossible. On ne peut garder un troupeau de moutons si l'on n'a de bons chiens, et des enfants sont moins gouvernables même que des agneaux. »

Cette objection, sérieuse si l'étude, si l'enseignement cessait avec la classe, si l'hygiène physique suivait, sans la compléter, l'*hygiène scolaire,* disparaît devant le programme modifié de notre enseignement nouveau.

Or, le problème étant posé, il nous a fallu rigoureusement le résoudre. Des enfants ne savent parler : comment leur enseigner un lan-

gage imagé, net et précis, spontané surtout ? En leur donnant quelque chose à dire :

> **Ce que l'on conçoit bien s'énonce clairement,**
> **Et les mots, pour le dire, arrivent aisément,**

a dit le poëte.

L'*Hygiène scolaire* se transporte, avec l'école tout entière, loin des maisons, loin des villes et sur les grands chemins. La leçon la mieux apprise est celle que chacun reçoit à son insu ; le devoir le mieux fait est celui qui résulte des aventures de la dernière étape : industrielle, artistique, agricole aussi. On a vu des montagnes, on a parcouru des plages. On revient d'une usine, on est monté à bord de la frégate ! Les récits se pressent, la parole est donnée, par le maître, au voyageur le plus informé ; et ce sont « les amis restants » du bon Lafontaine, qui seront les juges de l'éloquence. Le mieux compris aura parlé le mieux.

Loin de nous la pensée de méconnaître la valeur de l'enseignement donné sur les bancs de nos écoles, au sein de nos richesses littéraires et scientifiques. Mais nous qui voulons préparer des artistes en toute industrie, de bons ouvriers de l'esprit pour chaque opération de recherches, pour chaque application nouvelle du matériel civilisateur possédé par la race actuelle qui peuple le monde, nous faisons appel à ces procédés initiateurs qui éveillent et suscitent l'attention, développent l'intelligence, aussi bien en fait d'activité morale que d'activité physique, et font grandir à la fois, dans les jeunes âmes et dans les jeunes esprits, toutes les aptitudes, toutes les volontés, toutes les énergies.

La diversité d'un enseignement semblable n'a pas de limites ; car la science de l'hygiène, en nous révélant des LOIS immuables et identiques chez les êtres d'une même race typique, admet également les modifications individuelles, les originalités précieuses et les acquisitions nécessaires. L'hygiène admet la perfectibilité progressive. Un artiste, un héros, est un être supérieur au milieu qui l'a produit. L'inégalité du savoir est la seule inégalité que nous puissions reconnaître aujourd'hui, puisqu'elle s'obtient en montant toujours, sans secousses, à pas mesurés, selon la vitesse acquise de nos sociétés démocratiques, libres désormais de laisser et d'offrir à chaque âme, à chaque esprit, son essor !

Créer des individualités, des unités inégales et fortes, c'est augmenter la somme du capital intellectuel : c'est le but que se propose l'HYGIÈNE SCOLAIRE.

DISCUSSION

M. LEVASSEUR demande à corroborer par des chiffres la communication intéressante faite par Mme Hippolyte Meunier, au sujet des écoles belges. M. Ch. Buls, consulté, répond en adressant des pièces à l'appui. En voici l'extrait sommaire :

Le *Bulletin* n° 2 (1874-75) de la *Ligue de l'enseignement* contient les rapports des instituteurs qui ont dirigé les excursions scolaires. Elles ont si bien réussi, que plusieurs administrations communales ont déjà inscrit à leurs budgets de l'année 1786 les sommes nécessaires à leur continuation régulière.

L'excursion de Blankenberghe, 40 enfants: 124 kilomètres, a coûté 260 fr., soit 6 fr. 50 par élève.

La commune de Molenbeek a envoyé à Anvers 40 garçons et 40 filles ; la dépense a été, pour 80 enfants, de 390 fr. ; la distance est de 44 kil., soit 4 fr. 87 par enfant.

L'excursion des élèves de Saint-Josse tene-Noode fut organisée, le 19 juillet, par M. de Meren, échevin de l'instruction publique. On lit dans le rapport de MM. les instituteurs L. Van Nimmen et L. Beyens :

« Les excursionistes furent reçus en gare de Bruges, par MM. Fernau, conseiller communal, président ; Doudan et d'Auw, membres de la ligue de l'enseignement, et de Quecker, directeur de l'école, chargé par M. le bourgmestre d'accompagner les élèves dans leur promenade et de leur faire admirer les choses les plus remarquables de la ville.

» A deux heures, tous les voyageurs se trouvaient réunis dans une salle de l'hôtel ***. M. Fernau, président de la ligue, à Bruges, ayant pris à sa charge toutes les dépenses faites à Bruges pendant notre séjour dans cette ville, nous nous trouvons en possession d'un excédant de 140 fr. de la somme de 400 fr. que la ligue de Bruxelles avait généreusement mise à notre disposition. »

Reçus par les autorités constituées, les élèves montrent partout une excellente tenue. Le récit de l'un d'entre eux, élève de l'école d'Ixelles, témoigne de remarquables facultés d'observation. C'est un écrit mesuré, bien que non dépourvu d'enthousiasme. L'élève Turbet le termine ainsi : « Nous rentrâmes chez nous, tout en repassant dans notre mémoire les explications qui nous avaient été données, nous promettant de nous conduire sagement, afin de profiter encore de cette faveur à l'avenir. »

L'exemple donné par la Belgique doit être suivi en France ; les excursions scolaires doivent être généralisées dans nos communes, et leur efficacité démontrée confirme ce qui a été dit plus haut de l'HYGIÈNE SCOLAIRE.

M. d'EICHTHAL signale l'usage adopté par le collége Rollin, d'envoyer quelques-uns de ses élèves dans les Alpes : cette année, 10 ou 12 élèves ont été faire une excursion en Auvergne, avec l'aide du Club alpin.

M. GODART rend compte, sommairement, des excursions semblables faites par les élèves de l'école Monge. Cette année, une excursion a pour but Reims et le champ de bataille de Craonne : une autre, comprenant des élèves de 8 à 17 ans, a été à Rouen. Les élèves doivent étudier leur voyage auparavant ; au retour, ils doivent en faire un compte rendu.

M. VORUZ

De Nantes.

L'ÉPARGNE ET SES CONSÉQUENCES

— Séance du 20 août 1875. —

M. GOULLIN

Vice-consul de Belgique, à Nantes.

SUR L'INDUSTRIE SALICOLE ET L'IMPOT AU TITRE

— Séance du 21 août 1875. —

M. VORUZ

De Nantes.

LA RÉVISION DU CADASTRE. — L'IMPOT FONCIER

— Séance du 21 août 1875. —

M. G. QUIVOGNE

Vétérinaire à Lyon.

DE L'EXPORTATION DES CHEVAUX ENTRE LA FRANCE ET L'ALLEMAGNE (1)

— Séance du 21 août 1875. —

M. LEMONNIER

LA MER NEUTRE

— Séance du 21 août 1875. —

M. ACOLLAS

Ancien professeur de droit civil français à l'Université de Berne.

PRÉSENTATION D'UN MANUEL DE DROIT CIVIL

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 21 août 1875. —

M. Trouessart présente à la section, de la part de l'auteur, le *Manuel de droit civil, commentaire philosophique et critique du code Napoléon,* par M. Acollas, et expose sommairement le but que celui-ci s'est proposé.

M. Ch. LIMOUSIN

SUR LES BREVETS D'INVENTION (2)

— Séance du 21 août 1875. —

(1) Ce mémoire a été lu également en séance générale. Voir p. 86.

(2) Voir la *Propriété intellectuelle industrielle* (Mémoire couronné en 1872 par la Société industrielle d'Amiens). — Paris, chez Guillaumin.

M. JOSEPH LEFORT

Avocat à la cour d'appel d Paris, membre de la Société d'économie politique,
Lauréat de l'Institut.

DES RAPPORTS DE L'ÉCONOMIE POLITIQUE ET DU DROIT

(2e PARTIE)

— Séance du 21 août 1875. —

Dans un travail lu l'année dernière au congrès de Lille sur les rapports de l'économie politique et du droit, nous avons tenté de montrer la relation intime qu'il y a entre la science économique et le Code civil. Nous voudrions aujourd'hui continuer cette étude, c'est-à-dire essayer de rechercher et signaler les points de contact existant entre l'économie politique et les lois commerciales, industrielles, pénales, administratives et internationales.

Nul n'ignore que, d'après une classification généralement adoptée par les économistes, l'on divise les industries en industries agricole, manufacturière et commerciale. Cette dernière mise en action de la production, comprenant les opérations qui ont pour objet de revendre ce qu'on achète, sans faire subir aux produits d'autres transformations essentielles que le transport et la division par parties, est régie par le Code de Commerce, lequel, on le comprend sans peine, a des rapports fort étroits avec la science des richesses. Sans vouloir les établir en détail, ce qui serait une œuvre trop minutieuse et exigerait trop de temps, nous nous bornerons à rapporter ici quelques traits généraux. Nous dirons donc qu'il importe beaucoup, avant d'aborder l'étude du code de 1807, de connaître les différents genres d'industrie, l'analyse économique de l'utilité, de la valeur, du prix, les diverses sortes de ventes, l'influence de la loi de l'offre et de la demande, l'action du maximum et d'autres mesures semblables. D'autre part, il faut non moins savoir en quoi consistent la circulation, le crédit, le change, le rôle joué par le numéraire, la monnaie de papier, la lettre de change et les effets de commerce; il convient tout autant d'être éclairé sur la mission remplie par les banques, sur leurs opérations, les valeurs que quelques-unes émettent, les règles qu'il est sage d'appliquer, comme aussi sur les comptes courants, les chèques. Alors que tant de personnes protestent contre la Bourse, la science économique fait justice des déclamations ; elle démontre, au contraire, la nécessité de ces réunions qui permettent aux intermédiaires d'agir avec une plus grande rapidité ; elle explique

même les opérations qui s'y font et les résultats de la spéculation pour les affaires et le crédit public. Les économistes ne rendent pas moins de services lorsqu'ils exposent la fonction des intermédiaires (courtiers, agents de change, commissionnaires) et lorsqu'ils font voir les pertes que leur intervention prévient.

Pour le droit proprement dit, pense-t-on que l'économie politique soit inutile, par exemple quand il s'agit de préciser un acte de commerce, de déterminer la concurrence qui « aiguise l'industrie », selon les paroles de Dupont de Nemours, quand il faut distinguer la spéculation légitime de celle qui ne l'est pas, fixer la nature du droit de l'inventeur, celle de la propriété industrielle et le régime qu'il convient d'appliquer ? Croit-on qu'elle ne serve pas, alors qu'étudiant le droit commercial maritime, on veut être renseigné sur les principes à mettre en vigueur, sur les drawbacks, les droits de tonnage, les surtaxes de pavillons, etc.? Bien plus; prescrivant de faciliter le crédit par tous les moyens possibles, elle s'attache à montrer les mauvais effets des entraves, à recommander la liberté et l'emploi de certaines pratiques permettant d'emprunter sur une marchandise que l'on ne détient pas encore, sans avoir à attendre le moment de la réalisation. Toutefois, elle demande avec non moins d'énergie d'assurer le crédit. Le législateur a voulu se mettre d'accord avec elle sur ce point en édictant des dispositions spéciales contre le débiteur insolvable : la loi sur les faillites et les banqueroutes n'est pas autre chose, en somme, que le moyen de punir l'imprévoyance, l'incapacité et la mauvaise foi, aussi bien que la sanction de l'accomplissement des engagements contractés. Nous ne ferons pas seulement remarquer qu'il est de l'essence de l'économie politique d'éclairer sur les éléments constitutifs de la société, sur la mission remplie par les différents facteurs de la production, ainsi que sur la part qu'il convient d'attribuer à chacun dans les produits ; nous dirons de plus qu'elle montre le rôle joué par les actions et les obligations, qu'elle justifie même la commandite, un peu trop discréditée aujourd'hui peut-être, bien qu'elle permette à ceux qui ne peuvent ou ne veulent point encourir une responsabilité illimitée de participer, dans une certaine mesure, au mouvement des affaires, en n'aventurant qu'une somme déterminée. Relativement aux assurances, elle fait voir qu'elles reposent sur l'association ; elle en fournit les raisons, en prescrit l'emploi, indique les règles auxquelles il convient d'avoir recours, et réfute notamment l'idée de confier à l'État la direction des opérations. Et, en outre, n'est-ce point l'économiste qui naguère démontrait l'excellence, la justesse et le mécanisme des assurances sur la vie, alors que le jurisconsulte se refusait à admettre un pareil contrat ? N'a-t-il pas fallu s'inspirer des lumières économiques pour réglementer une convention à l'encontre de laquelle il n'existait aucun précédent ?

Au Code de Commerce nous rattacherons le droit industriel, à l'égard duquel nous mentionnerons aussi l'action manifeste de l'économie politique, laquelle ne se borne pas à fournir des données générales sur le travail et ses conditions, ainsi que sur les différents genres d'industrie, mais qui fait encore comprendre la mission remplie par les divers éléments contribuant à la production (matières premières, capital et travail, instruction, habileté, assiduité, etc.). C'est elle qui expose le mécanisme des entreprises, qui détermine les bases du contrat de travail, qui combat l'intervention administrative et proclame le droit pour chacun de déployer à sa guise son talent, son activité et ses forces. Si les économistes ont sans cesse soutenu que le travail doit être libre et que le régime des corporations a toujours été nuisible, en revanche, ils n'ont discontinué de faire voir la nécessité d'un système sérieux d'apprentissage, ainsi que les intérêts considérables qui s'attachent à une bonne réglementation de la matière. C'est encore à eux que revient le mérite d'avoir fait voter une loi pour protéger les enfants employés dans les manufactures, qu'un barbare égoïsme mettait jadis à la torture, au mépris du principe économique interdisant de tarir par l'excès les sources de la production. Lorsqu'il s'agit de règlements industriels, il est absolument indispensable de recourir à l'économie politique, qui, étant une science de faits, indique nettement, et sans aucun danger pour des intérêts multiples, quelle doit être l'action du pouvoir et dans quelle mesure son intervention doit se produire. La science économique, qui justifie le régime adopté pour les marques de fabrique et en fait apercevoir les bons résultats pour l'industriel et pour le public, analyse l'invention, montre le fondement du droit de l'inventeur, et donne encore le moyen de sauvegarder en même temps les intérêts de la société et ceux de l'auteur.

Discutant et appréciant les différents systèmes mis en avant, elle permet de constater que la loi de 1844 sur les brevets est excellente en ce qu'elle s'éloigne, à la fois, du monopole perpétuel, qui serait nuisible à la collectivité, et de l'expropriation totale, injuste pour les chercheurs et capable de décourager.

Il n'est pas jusqu'à la propriété littéraire qui ne trouve son explication dans notre science, puisque c'est elle qui, depuis longtemps, a démontré que la propriété immatérielle est aussi sacrée que la propriété foncière, et qu'elle doit être entourée d'autant de protection.

Continuant l'examen des codes, après avoir fait remarquer avec M. Minghetti que « la bonne économie demande que les droits et devoirs réciproques soient déterminés avec précision, reconnus ouvertement, et qu'elle a besoin de tribunaux sagaces, impartiaux, vigilants, d'une

procédure facile, rapide, peu coûteuse », nous parlerons du Code Pénal (¹).

Si la science économique déclare que tout état social doit reposer sur la liberté, la propriété et le travail, la loi réprime de son côté avec sévérité les atteintes portées à la liberté sous ses différentes formes et à la propriété, tant elle a bien compris que le travail et l'économie ont besoin de sécurité. Ainsi, tandis que l'économie politique réfute les doctrines émises par les écoles socialistes et communistes, le droit pénal inflige des châtiments lorsque des théories l'on veut passer aux actes. D'autre part, si nous voyons appliquer des peines à ceux qui se livrent au vagabondage, à la mendicité, ou qui n'ont aucun moyen d'existence, la loi a fait du travail la base de l'amélioration des condamnés. En leur imposant un labeur, elle a été guidée moins par le désir de permettre à la société de s'indemniser des dépenses aussi bien que du préjudice causés par le méfait, que par l'idée de faciliter l'amendement, d'occuper l'existence du détenu, de fournir pour plus tard un moyen d'existence capable d'empêcher la récidive, en même temps que de donner la facilité de se réhabiliter. L'économie politique, après avoir indiqué le système à pratiquer, réfute de plus l'opinion de ceux qui réclament la suppression du travail dans les prisons comme nuisible aux intérêts des ouvriers libres.

Le Code pénal attaque le mal moral toutes les fois qu'il cherche à se produire, et c'est avec raison, puisque par là il permet d'éviter et diminue les causes de démoralisation qui ont pour effet d'appauvrir la société et d'amoindrir ses ressources. Loin de se borner à défendre la mendicité, qui corrompt ceux qui s'y livrent en les excitant à la paresse et à la recherche de moyens d'existence capables de compromettre la tranquillité générale, il combat encore l'oisiveté sous toutes ses formes en prohibant, notamment, ces professions inavouables qui ne peuvent que présenter des dangers. Le législateur, non content d'interdire l'agiotage condamnable, tend à restreindre le plus possible certains plaisirs malsains : cherchant à prouver à sa façon que le travail seul est capable d'enrichir, il s'oppose à l'ouverture des maisons de jeu ainsi qu'aux loteries dont l'effet est de procurer de l'argent sans peine, et d'entretenir des goûts de dissipation. La mauvaise foi, si pernicieuse en affaires, n'a pas été moins durement réprimée. Comprenant, par exemple, que le crédit serait illusoire s'il n'était protégé et que le seul moyen de l'encourager c'est de donner au prêteur une certitude plus grande, les rédacteurs du Code ont sévèrement puni celui qui détourne un objet en-

(¹) Voir sur ce point le Mémoire lu par M. E. Worms à l'Institut : *Les Rapports du droit pénal avec l'économie politique* (Séance et travaux de l'Académie des sciences morales et politiques), t. XCI.

gagé. C'est cette idée du respect des engagements qui a fait atteindre d'une manière rigoureuse le banqueroutier, c'est-à-dire l'homme qui manque de bonne foi et d'honnêteté.

Ayant dit que la science économique est la plus capable de prévenir le trouble et la criminalité, puisque son but est de procurer l'aisance, d'inspirer des sentiments d'ordre, de travail, de moralité, nous pourrions encore insister sur la relation existant entre elle et la législation pénale pour la répression des entraves à la liberté des enchères, et des transactions ; nous pourrions également soutenir que c'est la première qui a affirmé la légitimité du droit de coalition, et en a montré la nécessité pour la classe ouvrière, alors que les légistes se prononçaient pour la punition des grèves. Mais il est un point particulier sur lequel notre attention est spécialement attirée : l'altération des monnaies.

Les motifs que l'on donne généralement à l'appui de sa répression sévère sont peu concluants; il appartient aux économistes de montrer les dangers que ce crime risque de créer pour l'Etat et la société. Ils soutiennent, en effet, qu'il a pour conséquence de bouleverser le prix des denrées, d'empêcher les prêts en enlevant la certitude d'un remboursement exact, comme aussi ils déterminent bien le caractère de cette infraction en faisant voir qu'elle n'est, en réalité, qu'une banqueroute du débiteur bénéficiant de la diminution de métal fin employé. Désireux d'accorder une protection égale à la monnaie et à ses substituts, le législateur a, dans l'art. 139, frappé de la même peine la falsification des titres émis par le Trésor et des billets de la Banque de France. Enfin, voulant que la monnaie soit acceptée avec confiance par tout le monde et que des discussions ne puissent troubler les transactions, il a puni d'une amende la personne qui refuserait des espèces et monnaies nationales valables et ayant cours.

Nul n'ignore le grand rôle joué par la statistique en matière criminelle : c'est elle qui, non-seulement détermine les causes des délits, les conditions dans lesquelles ils se produisent et l'influence de certains éléments sur la criminalité, mais qui, constatant dans une certaine mesure l'état moral de la population, permet de juger un système pénal, et, en rapportant le chiffre des récidives, sert à indiquer la confiance que mérite la législation existante. Qu'on ne s'y trompe pas, d'ailleurs, l'étude de cette science est absolument nécessaire pour les hommes de loi, « car le fait étant le commencement et la fin de la science du droit, la statistique est un auxiliaire indispensable au juriste philosophe qui ne veut pas sombrer dans les utopies, au jurisconsulte législateur qui recueille et sanctionne les commandements de la raison et de la volonté publiques, au magistrat soucieux d'interpréter les lois et d'appliquer le droit positif en connaissance de cause, à l'administrateur

chargé de l'exécution des lois, au jurisconsulte historien qui doit exposer la succession des faits (1). »

« L'économie politique et la statistique, dit M. Batbie, sont de toutes les sciences sociales celles qui nous paraissent être au plus haut degré indispensables, soit aux hommes qui sont chargés de faire les lois administratives, soit à ceux qui ont la mission de les faire exécuter (2). » Même pour l'étudiant et pour la personne qui cherche à connaître le mécanisme et le fonctionnement de nos institutions, elles ne sont pas inutiles, car elles éclairent d'un jour bien vif un grand nombre de questions et permettent aussi de connaître la raison des lois et règlements, ainsi que les modifications susceptibles d'être apportées.

C'est en effet l'économie politique qui, fondant ses enseignements sur la liberté, l'initiative privée et la responsabilité, détruit le préjugé de l'Etat-Providence, règle les rapports qui doivent exister tant entre les différents pouvoirs qu'entre l'individu et l'autorité publique. Après avoir tracé les limites de l'action de l'Etat, tout en reconnaissant la nécessité d'une intervention dans certaines circonstances, elle enseigne combien il est préférable de prendre la liberté pour point de départ et la volonté comme moyen d'action. Elle proclame bien haut les avantages de la liberté, et, en opposition au travail servile, elle place le travail libre, plus intelligent et plus productif; en agissant ainsi elle ne fait que remplir son but, car s'il est vrai que la loi doit tendre à assurer le progrès au point de vue intellectuel et moral et matériel, la science économique a précisément pour mission d'améliorer la condition des individus. Réclamant instamment l'égalité, la liberté individuelle et publique, l'inviolabilité de la propriété, le droit de réunion et d'association, la liberté du travail et de l'industrie, combattant à outrance le despotisme, l'arbitraire et la fâcheuse intervention de la loi dans des matières qui échappent à sa compétence, l'économie politique est donc d'accord avec les principes de notre droit public. Elle ne s'arrête pas là. Conformément à la pensée de Ricardo et des économistes soutenant que tout plan proposé pour le soulagement des pauvres qui ne tend pas à les mettre en mesure de gagner leur vie par le travail ne mérite pas qu'on s'y arrête, le droit administratif repousse l'idée de l'organisation du travail. En affirmant péremptoirement que l'Etat est incapable de faire la charité, que sa mission consiste uniquement à chercher à tarir les sources de la misère par le développement de l'instruction et à créer des établissements hospitaliers pour les personnes hors d'état de remplir le rôle imposé par la nature, la science économique vient en aide à celui qui veut ré-

(1) Ad. Roussel. *Encyclopédie du droit.* Bruxelles, 1872, p. 186.
(2) *Traité théorique et pratique de droit public et administratif.* T. II, p. 1.

futer les idées de charité légale et de philanthropie administrative aussi bien que la théorie du droit au travail, ou « droit à la propriété d'autrui, droit de vivre aux dépens d'autrui(1). » Notons seulement qu'elle réclame le droit de travailler parce qu'elle sait que, le patrimoine du pauvre résidant dans l'adresse et la force de ses bras, c'est attenter à la plus indispensable des propriétés, selon Adam Smith, que de ne pas lui laisser la libre disposition de cette force et de cette adresse toutes les fois qu'il n'en fait point un emploi nuisible.

Alors qu'il s'agit de la satisfaction des différents besoins de l'homme (moraux, intellectuels et matériels) donnant lieu à ces lois nombreuses sur les cultes, l'instruction, la presse, l'assistance, la prévoyance, l'hygiène, l'alimentation, etc., il n'est pas sans utilité de s'inspirer des vérités de l'ordre économique. Par exemple, pour le développement intellectuel, l'économie politique cesse-t-elle d'insister sur les bonnes habitudes morales, sur la nécessité de l'enseignement, sur les bienfaits de sa diffusion et sur les heureux résultats que peut produire l'obligation? Il nous est donc permis de dire que son étude peut rendre des services pour le droit administratif proprement dit. Sans vouloir insister, nous remarquerons qu'elle est à même de justifier les mesures prises à l'encontre des personnes morales, notamment quant aux libéralités, ainsi que la législation sur l'expropriation, qui concilie le respect dû à la propriété avec la prédominance nécessaire de l'intérêt général. Enseignant que la propriété découle du travail, elle légitime la législation minière, l'atteinte portée à la propriété comme l'attribution de la mine à celui qui a créé cette valeur et qui a permis à la société d'en profiter. Les économistes enseignent que ce qui fait la force et la richesse d'une nation c'est le travail, et que, ce dernier ayant besoin avant tout de liberté, il convient surtout de l'assurer sous toutes ses formes ; aussi prescrivent-ils, au nom de la production, de donner la liberté à l'industrie et au commerce, de supprimer les monopoles inutiles, de multiplier les voies de communication, d'encourager la création des chemins de fer, dont le résultat est de donner une impulsion plus vive aux travaux agricoles et industriels, de faciliter les transactions, d'assurer aux inventeurs un droit suffisamment rémunérateur et capable d'exciter aux recherches. Toutes ces demandes trouvent leur satisfaction dans le droit administratif, qui s'efforce autant que possible d'être à la hauteur du progrès de la science économique. A l'encontre du commerce, cette dernière fait voir les erreurs et les dangers de la réglementation : elle condamne aussi bien les prohibitions douanières, les tarifs protecteurs et l'échelle mo-

(1) Joseph Garnier. *Traité d'économie politique*, 1868, p. 663.

bile que les entraves apportées au commerce de la boucherie, de la boulangerie, à l'industrie des théâtres, etc. ; elle montre, également, les raisons qui ont fait rendre la loi du 16 juin 1861 pour la liberté du commerce des grains, expose les motifs qui ont inspiré le législateur et les effets de cette mesure. Pour ce qui concerne les colonies, notons que si elle étudie l'influence sur les métropoles au point de vue de l'émigration, des capitaux, du commerce et du régime financier, les publicistes et les administrateurs peuvent encore recourir à elle relativement au système à appliquer. Les enseignements qu'ils y puisent. sont précieux, puisque, s'ils sont mis en pratique, c'est-à-dire si l'on adopte un bon régime d'appropriation des terres, une bonne assiette d'impôts et une sage administration, on peut être certain de la prospérité de la colonie.

Au point de vue financier, on conçoit sans peine de quel puissant secours peut être l'économie politique ; ses lumières nous paraissent même indispensables. La législation fiscale est une des principales applications de l'économie politique, a dit M. Cherbuliez, et il n'est guère moins impertinent de vouloir trancher une question d'impôt sans avoir aucune notion de cette science qu'il ne le serait de vouloir résoudre un problème de géométrie pratique sans connaître les théorèmes de géométrie pure qui s'y rapportent. Elle fournit d'abord des enseignements précis sur la monnaie, sur les questions relatives au double étalon et au rapport légal entre les métaux précieux, sur le papier-monnaie, sur le mécanisme des grands établissements financiers et sur les règles qu'il convient de leur appliquer, sur les différentes sortes de banques, sur leur rôle et sur leur fonctionnement ; mais elle devient en outre le meilleur guide dans l'étude des impôts.

L'économie politique, en effet, fait d'abord voir la nécessité et la légitimité de l'impôt en montrant que l'homme à qui l'Etat donne la paix, la tranquillité, la protection contre les ennemis de l'extérieur et de l'intérieur, qui peut, en un mot, déployer librement son activité, doit en retour prendre sa part dans les charges publiques et notamment aider à fournir les moyens d'assurer cette sauvegarde. Elle réfute ensuite, outre beaucoup de sophismes, le principe jadis en vigueur établissant la solidarité entre tous les habitants à raison des contributions. Elle donne de plus des enseignements exacts sur la nature, la mesure et les limites de l'impôt, sur l'assiette, la perception desc ontributions, sur leur influence relativement à la production et sur le meilleur mode de recouvrement. Les trois grands principes sur lesquels repose la science des impôts (l'égalité, la proportionnalité avec la fortune, la modération) trouvent dans les théories économiques leur explication et leur consécration. Dans le choix des contributions, il n'importe pas

moins de faire appel à la science qui condamne les impôts somptuaire et progressif, dont le tort est d'accabler une classe au profit d'une autre et de paralyser l'activité. Pour les contributions indirectes, nous remarquons qu'elle fournit à la fois leur justification et des données pour leur établissement; c'est elle qui montre, par exemple, la règle à suivre en matière de douanes et qui, s'élevant au-dessus des questions particulières, dominant les intérêts privés, formule les principes à mettre en pratique.

Rien de ce qui touche au crédit public n'étant étranger à l'économie politique, il faut noter aussi qu'elle est à même de donner des éclaircissements sur la comptabilité publique, sur la dette, sur le mécanisme du grand livre, sur la conversion des rentes, sur l'amortissement. Etablissant une comparaison entre l'impôt et l'emprunt, c'est à elle qu'il faut s'adresser si l'on veut se prononcer en connaissance de cause sur l'emprunt et si l'on désire apprécier ses bons et ses mauvais résultats et surtout ses conséquences fâcheuses.

Il n'est pas jusqu'au droit international qui n'ait parfois à s'inspirer de la science économique. C'est cette dernière qui démontre l'importance capitale qu'il y a à entretenir des relations avec toutes les puissances, afin d'augmenter les débouchés et la production ; elle fait apercevoir la nécessité de signer des traités facilitant les échanges et les transactions ; elle expose les bienfaits de la liberté du commerce, les résultats des conventions douanières, postales, monétaires, de navigation, etc., dont l'effet est de permettre aux affaires de prendre plus d'extension, grâce à la diminution des droits. Elle affirme également l'obligation de faire des traités de commerce en soutenant que c'est le meilleur moyen pour une nation d'écouler ses produits à d'excellentes conditions. Nous ne parlons même pas des éclaircissements que l'on est capable de retirer de la science des richesses touchant le change et les rapports monétaires. Elle n'est pas moins explicite pour une foule de questions parmi lesquelles nous citerons la course, la traite des nègres, l'arbitrage et les relations en temps de guerre, le respect dû à la propriété privée en cas de lutte, etc.

Notre intention n'est point d'indiquer l'importance des études économiques pour celui qui est appelé à faire les lois. Ce serait, en vérité, vouloir démontrer l'évidence, et nous n'avons garde d'insister sur un pareil sujet, tant il est certain que lorsqu'il s'agit d'édicter des dispositions ayant trait au développement de l'activité humaine, il est absolument nécessaire de voir si les mesures sont conformes aux faits, peuvent venir en aide à la production et au bien-être. Sous peine de mettre la société en contradiction avec ses besoins, ses droits, ses devoirs, et sous peine de faire une œuvre incomplète, empirique ou routinière, le législateur doit

s'éclairer à toutes les sources ; il doit surtout tâcher de mettre en œuvre les faits recueillis par la science et tirer parti des données qu'elle fournit. C'est parce qu'on a méconnu ces idées que nos codes, si bons qu'ils paraissent à première vue, laissent tant à désirer et méritent une révision attentive pour être au courant des idées et des tendances modernes, dont ne se doutaient guère leurs auteurs. Par malheur, leur exemple n'a guère servi de leçon aux jurisconsultes, et si, depuis quelque temps, l'économie politique est mieux connue et partant mieux appréciée pour les services qu'elle est à même de rendre, elle est encore à demander la place qui lui revient dans notre enseignement juridique. C'est à la Faculté de droit que se forment les avocats, les magistrats, les administrateurs, les législateurs, et cependant l'économie politique semble n'y être que tolérée. Pourtant tout le monde ne sait-il pas que la meilleure manière d'intéresser à une science (surtout lorsque son étude risque de paraître quelque peu ardue), c'est de l'animer, de lui donner une vie, pour ainsi dire, et, par suite, de montrer les côtés moraux, économiques et sociaux de la question que l'on traite. *Scire leges non est verba tenere sed vim ac potestatem,* dit la maxime ancienne ; ce n'est pas tout de posséder le texte des lois, il faut surtout en connaître l'esprit et les raisons. Or, quelle autre science peut mieux que l'économie politique expliquer les motifs des lois, indiquer les solutions à mettre en pratique, les circonstances dans lesquelles il importe d'intervenir, ainsi que les décisions à appliquer ? Dans plusieurs articles du *Journal des Economistes* (1), nous avons protesté pour notre part contre l'exclusion de la science économique, et nous avons réclamé l'organisation immédiate d'un enseignement sérieux ; depuis longtemps déjà l'on est d'accord sur ce sujet. Aussi peut-on espérer que sous peu l'on écoutera les réclamations formulées depuis des années par tous les économistes et dont beaucoup de jurisconsultes reconnaissent la légitimité ?

DISCUSSION

M. Doucin fait observer que la liberté de l'enseignement supérieur permettra de combler cette lacune de l'absence de l'enseignement économique.

M. Renaud redoute malheureusement que ce ne soit pas avant un temps bien long que l'on puisse arriver à mettre les codes français en harmonie avec les données de l'économie politique. Elles ne sont pas ancrées bien avant dans l'esprit de ceux qui pourraient être appelés à réformer nos lois. M. Georges Renaud avoue

(1) Voir notre brochure : *De l'enseignement économique dans les Facultés de droit* (Paris, Guillaumin, 1874), et le *Journal des Economistes,* 1873, t. XXXII, p. 234 ; 1874, t. XXXIII, p. 248, 1875, t. XXXVII, p. 181.

qu'il ne partage nullement l'admiration qu'on paraît si souvent exprimer pour nos codes et notamment pour le code civil. Les dispositions, trop souvent, en sont contraires aux besoins et aux exigences du progrès et des usages du commerce et de l'industrie. Le principe de la vie moderne est le principe de liberté, respectant les droits de tous, en exigeant l'accomplissement de devoirs correspondants. Or, le principe de nos Codes est le principe d'autorité, de despotisme, la doctrine de l'État-providence, appelé à songer et à agir pour nous. Ces idées ne sont plus de notre temps. Il faudra absolument refondre tous nos codes et les coordonner pour en mettre toutes les dispositions en harmonie avec l'esprit nouveau.

M. LEFORT est loin de partager l'avis de ceux qui prétendent que le code civil est complétement mauvais et qu'il est à refaire en entier : cependant il n'est pas de ceux qui le louent sans restriction. Dans une autre circonstance, ayant, dans un rapport, à rechercher les modifications susceptibles d'être apportées à notre code civil, il s'est expliqué longuement à ce propos. Il est intimement persuadé (une étude journalière lui a donné cette conviction) que ce code a certainement du bon, mais qu'il a aussi du mauvais. Il y a bien des points pour lesquels une réforme est indispensable ; M. Batbie a indiqué les principaux dans un travail lu à l'Académie des sciences morales et politiques, il y a une dizaine d'années ; et peu après le rétablissement de cette Académie, Rossi, dans un mémoire des plus remarquables, a montré que lorsque l'on fit le code civil, on ne se doutait guère de l'état économique de la société. Mais quand passera-t-on des paroles aux actes, de la critique à la réforme ?

Du reste, il ne faut pas se le dissimuler, cette révision est fort difficile, car il faut, pour la mener à bonne fin, une Assemblée ayant beaucoup de temps et fort peu de travail. On propose bien de confier ce soin à une commission composée de jurisconsultes éminents ; mais il faut remarquer, d'un côté, que le pouvoir législatif seul est compétent et ne peut déléguer son autorité, et, d'un autre côté, que les jurisconsultes, même les plus éminents, ne sont pas tous disposés aux réformes. De plus, il faut ajouter que ce serait une œuvre bien longue, car on est loin d'être d'accord sur toutes les solutions, par exemple, sur le droit de tester. On sait combien les avis diffèrent sur ce sujet. Un autre obstacle non moins considérable, c'est l'état des esprits. Aux yeux de bien des gens, le code civil est le livre de la société moderne ; on prétend que c'est lui qui garantit les intérêts modernes ; on en fait une arche sacro-sainte ; il ne manque pas de bons esprits pour soutenir qu'il faut y toucher le moins possible ; une révision pourrait être considérée comme une tentative de retour en arrière, un essai de suppression des conquêtes de la Révolution sanctionnées par le code civil. M. Lefort pense que c'est peut-être l'obstacle le plus insurmontable.

M. DOUCIN croit aux réformes partielles, mais il ne voudrait pas de refonte générale. Cela nous conduirait infailliblement à un bouleversement social.

M. RENAUD répond que les bouleversements sociaux se déterminent par des raisons beaucoup plus graves et beaucoup plus profondes. La refonte du code civil les préviendra plutôt qu'elle ne les provoquera. M. Renaud croit, à ce propos, que M. Acollas, à cet égard, a tracé une voie nouvelle qu'il serait utile de suivre. Dans son *Manuel de droit civil,* il va peut-être un peu vite dans la réforme ; mais il est dans le vrai sur le fond des choses, et les économistes ne peuvent qu'applaudir aux efforts qui seront faits dans ce sens-là par les jurisconsultes.

M. Voruz fait observer combien il est difficile d'obtenir l'autorisation de faire des cours d'économie politique. L'administration s'y oppose sans cesse.

M. Doucin observe que la raison en est simple : c'est que, trop fréquemment, sous le couvert de l'économie, on cherche à faire de la politique.

M. Georges Renaud croit qu'en effet il est impossible d'enseigner l'économie politique sans faire de la politique. Elle touche à toutes les phases de la vie sociale et administrative. Mais il faut que le gouvernement et l'administration en prennent leur parti et qu'ils se résolvent à se laisser et à s'entendre discuter. La France ne peut faire moins que les pays voisins, et c'est pour elle une question de vie ou de mort. Le silence, c'est la mort ; la discussion, la critique, c'est la vie moderne. « Oh ! vous allez critiquer nos lois. » Les lois sont faites pour être critiquées, discutées, modifiées, améliorées, transformées. Telles lois, votées aujourd'hui, seront réformées demain. On nous fait un reproche et un fantôme de l'attaque aux lois. Cela prouve un certain non-sens chez ceux qui font ces objections, car il n'y a pas de progrès social sans cette discussion perpétuelle. C'est le rôle de l'économie politique, et tout peuple intelligent doit l'accepter franchement.

Alfred RENOUARD fils

Filateur de lin à Lille, membre correspondant de la conférence Rossi.

LES CORPORATIONS OUVRIÈRES, URBAINES ET RURALES, DE LA RUSSIE

— Séance du 21 août 1875. —

Vous connaissez déjà certains points de l'organisation ouvrière de la Russie. Quelques rares écrivains français, MM. Wolowski (1) et Cailliatte (2) entre autres ; de nombreux économistes étrangers, Titcherine (3), Michell (4), docteur A. Wagner (5), K. von Haxthausen (6), Julius Eckard (7), Kawelin (8), W. H. Dixon, Laveleye, etc., ont, en effet, dévoilé çà et là quelques faits qui s'y rapportent ; mais je ne crois pas qu'il existe de travail d'ensemble sur ce sujet. Quelques récentes excursions en Russie m'ayant permis d'étudier de près les institutions des travailleurs russes, j'ai pensé qu'il y aurait quelque intérêt à vous présenter sur cette question de nouveaux détails, qui, joints à ce

(1) Revue des Deux-Mondes (1er août 1858).
(2) *Id.* (15 avril 1871).
(3) Leibeigenschaft in Rusland (*Staatsurerterburch* de Bluntschli.
(4) Reports respecting the tenure of land in the several countries of Europe (*Blue book*, 1870).
(5) Die Abschaffung der privaten Eigenthums.
(6) Studien.
(7) Russlands laendliche Zustande (1870).
(8) Einiges uber die russiche Dorfgemunde. Tub. Zeitschrift fur Staatswifs, XX, 1.

qu'ont dit les économistes sur ce sujet, ne peuvent manquer d'attirer votre attention.

J'examinerai avec vous les conditions dans lesquelles se trouvent aujourd'hui l'ouvrier des villes d'abord, le travailleur des campagnes ensuite. L'un et l'autre forment en Russie deux classes bien distinctes, dont l'une évidemment plus nombreuse que l'autre dans un pays qui ne contient guère que des villages.

Depuis l'ukase de 1861, qui avait émancipé les serfs ordinaires, et les lois spéciales qui plus tard avaient été rendues en faveur des paysans des apanages et de ceux de la couronne, l'esprit nomade qui poussait continuellement les villageois vers les villes était devenu moins accentué. La cause en était dans la publication de lois restrictives que j'expliquerai tout à l'heure, et qui apportaient mille entraves à la liberté du paysan russe. Mais aujourd'hui que l'habitant des campagnes est devenu plus riche ou plus malheureux, selon les cas ; que, grâce à l'instruction rendue obligatoire, il sait plutôt se rendre compte de ses droits et de ses devoirs, sans revenir tout à fait à ses habitudes nomades, il se lasse parfois du foyer domestique. Il perd alors le goût des contes et des chants, et, préférant se guider d'après la loi écrite plutôt qu'écouter les préceptes oraux, il ne craint pas de venir chercher en ville un travail et des conditions qui plus tard lui pèsent plus que sa liberté des campagnes.

Les cités russes ne sont pas des endroits où chacun peut circuler comme il le veut, ni s'installer à son gré. Chacun y trouve une place fixée d'avance, et, à moins d'être noble, doit invariablement faire partie d'une *corporation* quelconque.

Celles-ci sont au nombre de quatre : la tsek, la guilde, la chin et l'artel.

Tout ouvrier est presque toujours obligé d'entrer de prime abord dans une *tsek,* parce que cette corporation est celle qui exige de ses membres la moindre cotisation. Par contre, celui qui fait partie d'une tsek ne jouit guère de privilèges ; il ne peut faire aucun commerce, et il est soumis à la loi de recrutement.

Pour entrer dans la tsek, l'ouvrier fait viser ses papiers, fait surtout pointer son passe-port, qui lui est indispensable, et reçoit alors un feuillet qui le reconnaît comme habitant des villes. Une fois admis dans l'association, celle-ci lui fournit un livret qui lui sert de carte d'entrée pour ses assemblées, et qu'il doit avoir soin de faire viser chaque année par la police. Il y a autant de divisions dans une tsek que de corps de métiers : ainsi on distingue la *tsek des cordonniers,* celle *des bouchers,* celle *des tailleurs,* etc., et, de temps à autre, chacune de ces sous-corporations se réunit dans le local affecté à tous pour élire un

chef et discuter les intérêts du corps. Néanmoins, celui qui entre dans la tsek n'est pas forcément obligé de faire partie de la corporation de son état : un tailleur peut faire partie de la tsek des bouchers, un boulanger de la tsek des commis. La tsek est considérée comme la corporation la plus pauvre ; aussi, à ce titre, les membres jouissent-ils d'un privilége exceptionnel : c'est qu'en cas de maladie, un hôpital de l'État doit toujours être prêt à recevoir celui qui fait partie d'une tsek, l'établissement fût-il plein et encombré. La même faveur est accordée à l'associé reconnu trop pauvre ou trop vieux pour acquérir un salaire convenable.

Si l'ouvrier a quelque ambition, ou s'il possède quelques économies, il entre alors dans la corporation directement supérieure à la tsek, et qu'on nomme la *guilde.* La guilde est la plus connue et l'une des plus anciennes des corporations russes, et se divise en un grand nombre de sous-corporations, toutes inférieures les unes aux autres, et payant chacune une cotisation différente. En général, celle-ci ne serait pas plus élevée que celle perçue par la tsek, si la couronne ne profitait de la classification des corps d'état pour imposer une taxe lourde et variée à tout ce qui n'est pas considéré comme pauvre. Elle vend alors, pour ainsi dire, ses privilèges ; car déjà ici, bien que les guildes ne doivent admettre en principe que l'ouvrier, elles reçoivent dans leur sein les petits commerçants, brocanteurs, etc., et tout ce qui représente la petite bourgeoisie. Ceux qui font partie d'une guilde peuvent faire le négoce qui leur plaît, et, chose à considérer, ne sont pas soumis à la loi de recrutement.

Lorsque l'ouvrier arrive à la *chin,* c'est qu'alors il veut se faire considérer comme riche, et parfois il l'est réellement. La chin, en effet, ne comporte plus de distinctions de corps d'état proprement dits ; mais elle se subdivise en quatre catégories bien subtiles, dont l'une ne doit recevoir que des membres d'académie, l'autre des conseillers privés auxiliaires, etc. ; il en résulte un mélange très-varié de toutes les professions possibles. C'est la corporation de l'ordre le plus élevé.

Mais si l'ouvrier veut jouir amplement de ses droits, il ne peut se contenter de faire partie de l'une des corporations citées plus haut ; il lui est nécessaire de se faire admettre dans un autre corps d'état qui porte le nom d'*artel.* Celui-ci a une organisation toute spéciale sur laquelle nous nous étendrons plus longuement.

Anciennement, il y avait en Russie des confréries de maraudeurs qui parcouraient les campagnes, vivaient chez les paysans, et ne leur rendaient jamais visite sans emporter pour plusieurs jours des victuailles et de la vaisselle. Ces confréries portaient le nom d'*artels.* Chaque année, elles élisaient un chef suprême qu'elles appelaient *ataman.* Le

règlement de ces associations portait que, quoi qu'il arrivât, tous les membres devaient rester unis ; chacun devait regarder l'ataman comme l'autocrate inviolable et lui obéir en tous points. Tous étaient, en outre, liés par le communisme le plus parfait : le butin enlevé par les diverses bandes de l'artel n'appartenait à personne, il devait être partagé entre tous les associés ; les présents reçus par l'un des membres faisaient partie du bien commun, et tous recevaient, au moment du partage et sans distinction, une part égale. Dans le but d'introduire le bon ordre dans l'artel, il était défendu à tous de s'enivrer, de jurer, de jouer et de se quereller.

L'artel des maraudeurs était issue de circonstances locales. L'empire russe avait trop d'étendue pour que l'autorité du Tzar pût s'étendre d'une façon profitable sur tous les habitants, et ceux-ci, pour s'aider à supporter avec plus de quiétude les vicissitudes de la vie, n'avaient rien trouvé de mieux que de former entre eux un pacte commun, une sorte d'État dans l'État. Plus tard, les principes démoralisateurs des artels, le brigandage et le vol, disparurent complétement, et l'organisation de ces institutions, qui s'étaient propagées dans tout l'empire, prit place dans la vie active et industrielle des villes. Le règlement en vigueur fut unanimement adopté, le chef prit le nom de *doyen,* et on se contenta seulement d'établir quelques nouvelles dispositions pour ce qui concernait les questions d'héritage et de succession : les fils d'un défunt, ses plus proches parents au besoin, héritaient des biens qu'il avait pu conserver en sa possession. Actuellement, les artels sont en pleine prospérité en Russie, et toutes ont adopté la même devise : *Honnéteté, sincérité.*

Telle est l'origine des *artels* russes. L'époque de leur création est sans doute la même que celle du servage. L'origine tartare du nom nous dit assez d'où il a été importé, et, d'après les historiens russes, ce n'est qu'à partir des règnes des ducs Ivan III et Ivan IV, qu'on entend parler de ce genre d'associations. Les panslavistes seuls font remonter les artels au X^{e} siècle ; ils rapportent à la même origine la coutume qui, dans les règlements tartares, rendait, en cas de meurtre, les villes et les villages solidaires des amendes imposées au coupable : nous ne pouvons être de leur avis, car des exemples des coutumes de ce genre se retrouvent en grand nombre dans la plupart des codes germains.

Examinons maintenant quels avantages et quels inconvénients peuvent ressortir de l'organisation des artels.

Leur destination primitive visant surtout à faire régner l'égalité entre les membres de l'association, il semblerait que ces institutions soient arrivées naturellement à l'idéal, au but que se proposent nos socialistes modernes. Il n'en est malheureusement rien. Nul, comme je

l'ai dit, ne touche de salaire ; tout est remis au doyen, et, à la fin de la semaine, chacun reçoit une part égale, quelque peine qu'il se soit donnée. Où est alors l'esprit d'émulation? Où est la récompense de l'initiative individuelle ? L'inconvénient de cette organisation ressort évidemment de lui-même : le paresseux, l'idiot, reçoit un salaire égal à celui du travailleur actif, de l'homme intelligent. Tant que le servage a existé, jamais il n'y a eu d'infraction à cette règle. Mais dans ces dernières années, elle a passé parfois, pour quelques-uns seulement, à l'état de lettre morte : il arrive qu'un patron qui veut récompenser un commis, lui fasse un présent personnel, présent toujours plus important que la part qui doit revenir à celui-ci du dividende social. C'est là, à mon sens, ce qui détruira tôt ou tard la force d'organisation des artels. J'ajouterai que, tant que l'homme intelligent saura qu'il n'a rien à prétendre pour ses facultés naturelles, tant que le travailleur se verra l'égal du fainéant, il n'y aura guère de progrès à attendre de cette institution.

Par contre, la solidarité des membres entre eux a, sans contredit, un côté profitable pour la société. C'est dans les artels que les banquiers recrutent leurs commis, que les négociants cherchent leurs caissiers ; le bureau du doyen est toujours encombré des lettres de commerçants qui réclament des employés. En leur procurant du travail, l'artel se félicite d'avoir assuré l'existence de nouveaux membres ; mais le doyen, au nom de l'institution entière, répond d'eux. Le règlement, qui défend aux sociétaires de voler, de mentir, de jurer, de s'enivrer, pourrait ne pas tenir en échec tous les vices cachés ; aussi les Russes sont-ils plus pratiques. Un membre d'une artel a-t-il volé, tous les membres de la société sont là qui se sont portés garants de sa probité. Ils doivent, par conséquent, verser une somme entre les mains du doyen jusqu'à concurrence du chiffre du vol. Aussi les banquiers et les commerçants ne craignent-ils pas de confier leurs objets les plus précieux, l'administration intime de leur maison aux membres d'une artel : ils sont toujours certains de ne rien perdre et d'être remboursés jusqu'au dernier kopeck des sommes égarées ou détournées sciemment. Ce côté de l'artel a toujours paru si avantageux à certains capitalistes, que quelques-uns d'entre eux ont leurs artels particulières, où n'entrent que leurs employés. Ces associations sont alors loin d'admettre le premier venu, et la cotisation d'entrée se montait, dans ces derniers temps, à plus de neuf cent cinquante roubles, qu'il était facultatif cependant de payer de suite ou par à-comptes.

Mais non-seulement les maisons de banque et de négoce trouvent avantage à cette organisation, la police voit encore dans les membres d'une artel autant de fins limiers qui l'aideront à la recherche d'un voleur. La société, en effet, ne serait pas viable si elle se bornait à sup-

porter les conséquences des faiblesses de ses membres, sans s'occuper de les rechercher eux-mêmes et de combler ses déficits en retrouvant une partie de la somme emportée. Le membre d'une artel qui a manqué à l'honneur est signalé à tous, l'association entière se met en campagne. Ses amis surtout, qui connaissent ses habitudes et souvent ses secrets, sont envoyés à sa recherche : bien fin alors qui sait échapper à ces investigations ; le voleur ne tarde pas à être repris par ses compagnons eux-mêmes. Lorsqu'un vol a été commis par un membre d'une artel, la police ne s'occupe de rien, elle sait qu'elle peut dormir tranquille. Les membres de la société, de leur côté, connaissent trop la sévérité de leur règlement pour essayer de l'enfreindre, et les détournements sont rares.

Pour être bref, je ne veux guère m'égarer dans des appréciations sur ces singulières façons d'agir ; je ne puis, pour ainsi dire, que rendre compte des faits et de leurs conséquences. Mais il est certain qu'il y aurait intérêt à étudier ce qui, dans cette organisation, serait à modifier ou à supprimer, et quelles seraient les clauses dont on pourrait tirer parti au point de vue de nos institutions modernes.

Ce qui surtout, dans toute association russe, pèse à l'ouvrier, c'est la formalité du passe-port. Celui qui arrive dans une ville et qui ne possède pas cette feuille de papier indispensable en est impitoyablement chassé comme un paria. S'il a réussi par faveur à se faire admettre au préalable dans une tsek, le mal est réparable, et le chef de la corporation a le droit de lui donner un certificat constatant son identité, qu'il doit faire légaliser par la police et qui lui servira à se procurer un nouveau passe-port. Dans le cas contraire, le meilleur parti à prendre est de retourner à son village, où il aura à s'arranger avec la commune pour se faire réintégrer comme membre, ou bien de chercher à se procurer immédiatement des papiers volés.

Il est des individus, en effet, dans les villes, qui font métier de voler les passe-ports des gens de la campagne, pour les vendre ensuite et en tirer profit. Ceux-là reconnaissent le paysan à son air naïf et gauche, l'abordent résolument comme s'ils avaient mission de le diriger, et après avoir réussi, après quelques pourparlers, à faire passer les papiers des mains du villageois dans les leurs, s'échappent sans plus de façon et vont revendre à une autre victime le passe-port qui leur a été confié.

Un passe-port coûte 10 roubles, somme importante pour celui qui n'a pas une bourse bien garnie, et on conçoit dès lors toutes les vicissitudes par lesquelles peut avoir à passer un paysan privé de cette pièce indispensable. Une fois admis comme ouvrier, le villageois n'est pas encore libre. Il doit encore payer à la ville une rente de 1 1/2 à 1 3/4

rouble par an, pour les droits de légalisation. Chaque année, il doit se présenter au bureau de police, pour se faire reconnaître à nouveau et constater qu'il n'a pas quitté le pays. Chaque fois qu'il change de domicile, il doit aussi aller déclarer sa nouvelle demeure au bureau des adresses. Il est facile de comprendre combien tous ces usages causent d'ennui au paysan inexpérimenté, naïf, et presque toujours ignorant de toutes ces formalités.

Ajoutons à tout ceci que la condition de l'ouvrier russe peut encore varier, non d'après les exigences de la corporation dont il fait partie, mais en raison de la profession à laquelle il appartient.

Le *journalier,* par exemple, terrassier, maçon, charpentier, etc., peut se livrer sans rencontrer trop d'entraves à ses habitudes nomades. Largement payé, et forcé par les circonstances climatériques, de ne louer ses bras que dans la bonne saison, il amasse généralement assez d'économies pour se retirer en ville pendant l'hiver et dépenser son bien comme il l'entend, ou pour cohabiter à la campagne chez l'un de ses proches.

L'*ouvrier d'usine* a moins de liberté. L'industrie russe se trouve, en effet, ou entre les mains d'étrangers, le plus souvent d'Allemands, qui ne considèrent leurs subalternes que comme des êtres à eux inférieurs, qu'ils obligent de se soumettre aux coutumes qu'ils ont importées ; ou entre les mains d'indigènes qui, sans traiter l'ouvrier d'égal à égal, le dirigent toujours avec la plus grande indulgence.

Dans le premier cas, la discipline est des plus sévères : l'ouvrier doit, sous peine d'amende, arriver à l'heure d'ouverture de l'usine ; il ne peut s'absenter une journée sous peine d'être privé de son salaire ; il est souvent impitoyablement renvoyé s'il manque le lundi ou s'il rentre dans l'établissement en état d'ivresse ; il ne peut se livrer au plaisir de faire entendre ses chants nationaux qu'il fredonne si volontiers, il doit même craindre parfois d'être traduit devant le juge pour trouble ou indiscipline. Cette façon d'agir, qui pourrait nous sembler toute naturelle, semble une énormité aux yeux du travailleur russe. C'est avec peine qu'il se soumet à des habitudes sur lesquelles le patron étranger, surtout s'il est allemand, n'entend pas transiger ; en outre, comme il est d'une orthodoxie rare, on se doute quel charme il peut avoir à se sentir commandé et surveillé par celui qu'il considère comme un *hérétique.* Continuellement, il se sent en opposition avec lui ; il voit toujours devant lui son maître rasé, tandis que lui porte toute sa barbe, et cela l'irrite, son maître buvant de la bière, tandis que lui ne veut autre chose que le kwas ou l'eau-de-vie, son maître souvent vêtu avec recherche, tandis que lui porte un cafetan sale et grossier.

Dans l'autre cas, patrons et ouvriers sentent en eux le même sang,

les mêmes croyances, ils ont les mêmes façons d'agir, ils sont, sans contredit, plus heureux. L'un et l'autre *dînent à la même table,* mangent les mêmes mets, boivent le même kwas ou la même eau-de-vie (la liqueur des hommes, comme l'appellent les paysans). L'ivresse est regardée par le patron russe comme un état habituel chez l'ouvrier (1), il n'y fait guère attention ; si un subalterne vient en retard ou s'il manque le lundi, il ne reçoit qu'une simple observation ; si le maître s'oublie jusqu'à frapper le serviteur, celui-ci saura souvent lui rendre inconsidérément la pareille, et jamais il ne sera question entre eux de juge ni d'intermédiaire. En somme, l'autorité qui vient d'un indigène n'est pas discutée, elle semble naturelle, on la respecte ; on ne voit au contraire dans celle de l'étranger, que le despotisme du parvenu, et comme on dit en Russie « *le pouvoir du bâton* ».

Telle est la situation générale du travailleur des villes. Je terminerai en vous esquissant rapidement les conditions dans lesquelles se trouve le travailleur des champs.

A proprement parler, il n'existe guère d'ouvriers de campagne en Russie. La *communauté agraire,* accordant à chacun, comme je le montrerai tout à l'heure, une part dans l'ensemble des biens territoriaux, il est rare qu'un Russe loue ses bras et son travail au profit d'autrui. Celui-là seul qui se trouve assez fort pour gérer son bien et s'occuper en même temps de celui des autres, ou qui trouve dans sa famille trop de bras pour défricher la terre, devrait seul être considéré comme ouvrier. Mais le cas en est rare, et, à mon sens, tout habitant des campagnes qui fait métier de cultiver la terre peut être considéré comme un travailleur des champs.

L'*émancipation* a eu pour celui-là des avantages réels, mais aussi bien des inconvénients. Autrefois, un seigneur donnait au paysan la moitié des terres d'un village à cultiver, il en gardait l'autre moitié pour lui ; trois jours par semaine, le cultivateur était obligé de travailler pour son maître. Il avait à sa disposition les forêts d'alentour et les pâturages, moyennant certaines conditions. Aujourd'hui, l'ouvrier des campagnes peut en grande partie travailler pour son propre compte, sur une terre à la possession de laquelle il peut compter prétendre et dont il jouit librement. Voilà le bon côté.

(1) L'ivresse doit être considérée comme l'une des misères de la Russie, et l'une des causes majeures qui pèsent le plus sur le développement de l'intelligence dans les classes sociales. Elle n'est souvent que le résultat de l'abstention forcée (qui dure six mois) de nourriture auquel est condamné le vrai Russe qui veut suivre à la lettre les principes de sa religion. Boire n'est pas manger, et il boit. Cette passion est aussi un peu dans la nature du Russe, et il y a neuf siècles, saint Vladimir le reconnaissait dans ses écrits. Beaucoup de proverbes sont indulgents à l'ivrogne, mais à l'ivrogne sociable : « Bois à table, ne te cache pas pour boire. » « On n'a pas mal à la tête quand on boit aux dépens d'autrui. » « Dieu veille sur les petits enfants et sur les ivrognes. » « Ce n'est pas la première ivresse, c'est la seconde qui fait l'ivrogne », etc., etc.

Mais si chaque travailleur semble libre, en réalité il ne l'est pas. L'acte d'émancipation contient dans son ensemble trop de restrictions pour qu'il soit amplement profitable. Ainsi, le paysan dépend encore du seigneur, en ce sens qu'il doit s'adresser à lui pour profiter des pâturages et des forêts, qui ont été alloués aux nobles comme propriété exclusive ; il dépend de la couronne, qui ne lui a, pour ainsi dire, donné sa part de terre que comme allocation, et sous peine de la céder à la commune ou au seigneur en cas de départ ; il dépend enfin de sa famille, à la subsistance de laquelle il est obligé de pourvoir, lorsqu'il abandonne le village, pour ceux de ses membres qui, à raison de leur âge trop tendre ou trop avancé, pourraient être une charge pour le pays. Il est tenu en outre, s'il ne quitte le bourg que pour entrer dans un autre, de produire soit un consentement d'une nouvelle commune à l'admettre comme membre, soit un certificat en règle constatant qu'il a acheté la propriété d'une pièce de terre. Ajoutons qu'il doit être en règle pour tous ses engagements personnels, tant à l'égard des particuliers que de la commune, et qu'il doit avoir remboursé tous les arrérages de rentes dues sur son champ au seigneur du district : mais ici la chose peut être considérée comme un règlement de police équitable.

Comme on le voit, la position de l'ouvrier des champs n'est pas encore trop enviable, elle ressort surtout de l'organisation agraire du pays.

C'est surtout dans la contrée qui s'étend au delà du Dniéper, dans celle habitée par ceux que l'on appelle les *grands Russiens,* qu'il faut surtout aller étudier l'agencement des cultures russes. Bien que les terres y appartiennent à la commune, à l'Etat ou aux seigneurs, la commune seule est regardée comme en ayant la propriété, elle seule administre ses biens, paye au seigneur la rente, à la couronne l'impôt et le recrutement en raison de la population. Les habitants du village n'ont aucun droit sur les terres, ils n'en ont que l'usufruit, n'en jouissent que temporairement, mais ils possèdent le territoire *en commun.* L'association des paysans entre eux constitue ce que l'on appelle le *mir,* en voici l'organisation.

Un chef est élu, qu'on appelle *starosta*, lequel est en même temps chef de la police et juge les délits de peu d'importance. Comme juge, il a le droit de condamner jusqu'à 1 rouble d'amende ; comme administrateur, il doit, de concert avec les chefs de famille réunis en assemblée, régler toutes les questions relatives aux routes et aux ponts, gérer, en un mot, toutes les affaires communales. Les starostas de plusieurs villages, réunis en corporation et représentant un ensemble de 300 à 2,000 habitants, se soumettent à un chef supérieur qui prend le

nom de *starshina,* ils s'occupent alors de la construction des prisons, de l'endiguement des marais, du drainage des rivières, etc.

Plusieurs communes réunies forment un district, un *volost,* lequel, pour les affaires courantes, est administré, pour chacune de ses parties, par le starosta, dans son ensemble par le starshina.

Les affaires majeures sont examinées plus à fond. En cas de grave délit, par exemple, chaque village est appelé à faire élire par un groupe de dix familles, un représentant pour sa juridiction, représentant qui, réuni à d'autres élus de la même façon, forme un conseil de 4 à 10 juges, dont le pouvoir est limité. Ceux-ci se réunissent successivement trois par trois, ils peuvent vider tout procès jusqu'à concurrence de 100 roubles et punir comme il leur convient.

Comme je l'ai dit, la terre appartient à la commune : c'est elle qui règle les différends entre les membres, c'est aussi elle qui alloue à chacun d'eux la part de terre qui leur revient (1). L'époque de cette répartition, du *partage noir*, comme ils l'appellent, est fort redoutée des paysans. La classification a lieu ordinairement tous les 9 ans, mais varie cependant avec les localités. Certaines communes l'ont faite tous les ans, d'autres la font après chaque rotation (toujours triennale en Russie), d'autres enfin attendent jusque 6, 12 et 15 ans. Dans tous les cas, tout partage est renouvelable d'une façon obligatoire à chaque recensement officiel, et, d'une manière générale, la dissolution de la communauté ne peut être prononcée que par les paysans eux-mêmes réunis sous la présidence du starosta et représentant au moins la moitié du village.

La façon dont s'opère le partage est originale. A l'époque indiquée et convenue pour cette opération, la commune désigne des arpenteurs chargés de diviser le pays en divers lots et de procéder ensuite à leur estimation. Ceux-ci, laissant de côté les forêts et les pâturages, lesquels, comme je l'ai dit plus haut, reviennent au seigneur, font des lots autant que possible de valeur égale, réservant toujours une certaine quantité de terres libres. Le tirage au sort de chacun de ces lots a lieu devant le village rassemblé tout entier, y compris les femmes et les enfants. Sur les domaines de la couronne, il s'opère *par tête ;* sur les

(1) Le paysan a maintenant à lui une partie du sol, dont l'étendue est basée sur un minimum qui varie avec chaque contrée. Il a obtenu cette partie de terre moyennant une rente qu'actuellement le gouvernement l'engage à racheter en lui faisant des avances d'argent. Les anciens serfs n'avaient aucun droit sur le sol, et payaient un droit de location d'environ 24 fr., ce qui, sur 4 hectares qu'ils avaient en moyenne, constituait un impôt de 6 fr. par hectare. Aujourd'hui, la répartition des terres a été en grande partie basée d'après la part que l'un et l'autre cultivaient avant l'émancipation, et chacun, suivant la province qu'il habitait, a reçu un certain nombre de *dessiatines* (1 hect. 9) : dans la province de Moscou, les villageois en ont une seule, dans la région des Tchermozénes, 2 à 3, dans celle des Steppes, 3 à 8, etc.

terres qui, avant l'émancipation, dépendaient des seigneurs et étaient imposées par ménage, il se fait *par couple marié* ou, en dehors de ce cas, *par travailleur adulte.* Les terres libres sont données à ceux qui réclament ou croient leurs intérêts lésés ; s'il n'y a aucune réclamation, ou du moins, si celles-ci ne se produisent pas en nombre suffisant pour les utiliser, elles sont données *en location* aux habitants du pays, sous condition d'être cédées dans la suite à de nouveaux ménages, afin de ne pas recommencer à tout moment le partage si redouté.

Telle est l'organisation actuelle des corporations d'agriculteurs en Russie. L'origine de ces associations doit être très-ancienne. Bien que certains économistes russes, Tchitcherine et Bistram entre autres, aient cru devoir en faire remonter l'origine à des ukases de Fédor Ivanovitch, de Boris Godunof ou de Pierre le Grand, il est difficile de croire que tout un peuple se soit entendu pour mettre en commun ses propriétés : les lois des tzars ont pu parfois faire rentrer dans certaines communes les idées de collectivité qui commençaient à en sortir, mais il est fort à croire que là seulement s'est borné leur rôle. Dans les temps primitifs, les terres d'un village étaient cultivées par les habitants, qui se partageaient la récolte; plus tard on a réglementé cette situation et le système des lots a été introduit : telle est vraisemblablement l'origine des communautés de villages russes.

Ce qui, selon nous, contribue surtout à maintenir la collectivité agraire en Russie, c'est évidemment la solidarité des charges imposées à la commune. De cette façon, tout habitant, possédant un lot de terre qu'il peut faire fructifier, la commune paie facilement au seigneur ou à la couronne l'impôt *par tête* qui lui est imposé : nul ne doit alors se sacrifier pour les autres, chacun contribuant pour sa part à l'impôt total.

Cette communauté agraire subsistera-t-elle encore longtemps? c'est ce qu'il n'est guère possible de déterminer. Seules, les idées nouvelles d'indépendance et de liberté, introduites par l'acte d'émancipation de 1861-65 pourraient saper la base de l'édifice établi depuis si longtemps. Anciennement, la conscription était toujours là pour effrayer tout récalcitrant; le père de famille, toujours partisan des anciennes doctrines, s'entendait avec le starosta, et celui qui voulait se soustraire aux lois et aux coutumes de la communauté allait apprendre à l'armée comment on obéit à ses chefs. Aujourd'hui, ce remède n'existe plus : dans certaines contrées, quelques jeunes gens sont en opposition ouverte avec le starosta ; ils n'osent lui manquer de respect, mais ils ne craignent pas de se montrer ses adversaires et ne lui obéissent plus.

Autrefois si unies, les familles voient naître dans leurs rangs des dissensions regrettables ; les enfants, qui se soumettaient sans murmure à

la volonté paternelle, commencent parfois à relever la tête. Il faut actuellement des circonstances très-graves pour qu'un individu soit chassé et mis à la disposition de l'Etat ; seuls, les paysans réunis, au moins pour la moitié, sous la présidence du starosta, peuvent prononcer cette espèce de déchéance : encore faut-il les deux tiers au moins de voix pour constituer une majorité suffisante.

Il n'y a guère par conséquent que ces dissensions dans la famille qui puissent amener la dissension dans la communauté, mais, néanmoins, il est évident que le travailleur russe tient à l'existence de la corporation, à ne considérer même que les proverbes qui ont cours chez eux. D'après l'un, « *le mir est le rempart du pays* » ; d'après l'autre, « *on doit faire tout ce que décide le mir* », « *le seul juge du mir, c'est Dieu* », dit l'un ; ou bien encore, « *le soupir du mir suffit à faire éclater le roc.* » D'autres, moins précis, disent : « *le mir est mince, mais il est long* », c'est-à-dire que des individus clairsemés dans un vaste espace gagnent à s'unir les uns aux autres ; et encore : « *le mir a un cou de taureau* », allusion à des taxes pesantes dont le produit était souvent mal employé. L'idée du mir est donc trop enracinée dans les mœurs pour en sortir si vite.

Si l'on en croyait les écrivains russes, ce serait à l'existence du mir que la Russie devrait sa grandeur et serait redevable du calme relatif et de l'obéissance passive de ses habitants. Nous pourrions y voir une atteinte à la liberté, qui prive chacun du droit d'agrandir son domaine, en restreignant forcément ses limites ; eux au contraire y voient une application libérale qui permet de donner au travailleur une terre d'où il pourra retirer d'autant plus de produits qu'il sera plus intelligent. Ce qui surtout pour eux est recommandable dans cette institution, c'est qu'elle est parfaitement agencée, au point de vue moral, pour la croissance et la multiplication de la population ; au lieu de considérer, comme parfois en Occident, la naissance d'un enfant comme apportant une bouche de plus à nourrir et une augmentation dans la responsabilité, on voit au contraire dans cet événement l'arrivée d'un être nouveau qui accroît la famille de forces nouvelles et lui donne un titre à demander plus tard une part dans la communauté. L'*école panslaviste* y voit encore un remède contre le paupérisme, en ce sens que, chacun jouissant d'une part de terre à laquelle il a naturellement droit et pour laquelle il n'est débiteur envers personne, peut espérer jusqu'à la fin de ses jours jouir de son travail et posséder de quoi vivre ; un remède contre la guerre sociale, en empêchant les luttes de familles contre familles et les dissensions intestines, qui souvent n'ont pour cause que des questions d'intérêt ; un remède enfin contre l'expansion des idées subversives et par trop libérales, en maintenant dans les familles l'au-

torité du père et dans la communauté du mir l'autorité du starosta. L'*école slavophile* (Akoakof, Byellgayef, Koschelyef, Eschakasski, etc.) partage les idées de l'école panslaviste, mais elle voit surtout dans le mir russe une institution qui, par son organisation, par les soins qu'elle prend à sauvegarder d'une manière générale les droits de la famille et de l'autorité, amènera la race slave à dominer le monde entier et la gratifiera des plus brillantes destinées ; si Napoléon a dit qu'un jour l'Europe entière deviendrait « *cosaque* », c'est qu'il avait en vue l'organisation civilisatrice du mir. Il n'est pas jusqu'à l'*école socialiste* (Eschernischewski, Panaeff, etc.) qui ne chante dans ses écrits l'action bienfaisante du mir, dans lequel elle voit surtout l'application des idées saint-simoniennes et dont elle considère l'organisation comme pouvant servir de type à celle des phalanstères français.

Pour notre part, si nous voulons considérer ce qu'est véritablement le mir russe, nous voyons que, s'il comporte quelques avantages, il présente aussi bien des inconvénients.

Ainsi; au point de vue de la culture, le travailleur ne peut apporter à sa terre que des améliorations dont le terme ne soit pas trop éloigné, et sous ce rapport la communauté de village ne vaut pas la propriété individuelle. Celui qui se sait possesseur d'une terre pendant un temps assez long peut sans crainte chercher à en retirer le plus de produit possible, mais cultiver un champ pour le voir au bout de quelques années passer dans les mains d'autrui, c'est autre chose. D'aucuns parfois, lors du partage, reçoivent le même lot, mais le plus souvent le contraire a lieu. Aussi arrive-t-il que la culture en Russie est des plus arriérées. Je n'en donnerai pour exemple que la culture du lin, que j'ai pu étudier sur place, et l'une de celles qui m'intéressaient le plus, puisque je file ce textile dans mes établissements. Chacun sait combien dans le Nord cette culture demande de soins; plusieurs labours successifs et profonds, deux ou trois hersages, parfois quatre sarclages et une très-forte quantité d'engrais sont nécessaires. En Russie que fait-on ? on cultive le lin sur des terres défrichées, prairies et landes sauvages. Les procédés de défrichement sont primitifs et grossiers; la charrue du pays atteint à peine la profondeur de trois à quatre pouces, les Russes font comme les Arabes, ils écorchent simplement le sol, et le labour ne consiste guère qu'à enlever le tissu superficiel du gazon qu'il renverse en couches très-irrégulières. Une herse en bois informe, très-légère, repasse ce labour. On jette la semence sur ce terrain onduleux comme une mer agitée, on herse encore, et tout est fait. Aussi, quels sont les résultats? L'étendue des terres cultivées en lin est environ de 650,000 hectares, la quantité récoltée sur cet espace est d'environ 227,500,000 kilog., et le rendement à l'hectare ne dépasse

guère 300 kilog. Comparons la Russie à la France d'abord, à la Prusse, qui est le pays qui en récolte le plus après elle, à la Belgique ensuite. La France cultive 65,000 hectares, récolte 14,700,000 kilog., et a un rendement moyen à l'hectare de 500 kilog.; la Prusse cultive 125,000 hectares, récolte 62,500,000 kilog., et a un rendement de 500 kilog., la Belgique ne cultive que 57,000 hectares, qui lui donnent 39,900,000 kilog., mais un rendement à l'hectare de 700 kilog. La Russie récolte donc 10 fois plus de lin que la France, mais elle en obtient 200 kilog. de moins à l'hectare, 3 fois 1/2 plus que la Prusse, et retire à l'hectare 150 kilogrammes en moins, 11 fois 1/2 plus que la Belgique, et a une production à l'hectare 50 % moindre que celle de ce pays.

Dans les terres noires, l'emploi de l'engrais est inconnu (1); dans le centre la culture est la plus pauvre de l'Europe. L'initiative individuelle est en outre enchaînée, car les époques d'ensemencement, celles de moisson, se font à l'unisson, comme l'ont décidé les habitants réunis, d'où il résulte que tout le monde doit cultiver dans certains pays les mêmes produits, céréales d'hiver, seigle ou froment, avoine et jachère, etc. On pourrait remédier à cela en demandant un laps de temps plus long pour le partage, mais les usages sont là qu'il ne faut pas transgresser. On pourrait encore exiger des villageois des travaux d'ensemble pour l'amélioration de leurs terres, mais où trouver en Russie assez d'instruction pour discuter l'emploi des engrais ou les essais de culture ? Depuis quelque temps, l'instruction est obligatoire, il est vrai, mais rien n'existe pour la développer, les journaux sont prohibés, les livres ne passent qu'après avoir été soumis à la censure, et les librairies indigènes sont rares; rien, d'autre part, qui ressemble à des cours populaires ou libres. Nous disons que les journaux sont prohibés, c'est un tort, on peut aujourd'hui s'abonner à la poste aux lettres : c'est encore un progrès sur ce qui se faisait auparavant, car autrefois, on n'expédiait les journaux de l'étranger que si un abonnement était pris de Cologne (et de nulle autre ville) à deux époques exclusives de l'année, au 1er janvier et au 1er juillet.

Mais poursuivons notre étude sur les conséquences de l'organisation actuelle du mir. Il semblerait, comme je l'ai montré tout à l'heure, que cette institution soit organisée de façon à offrir une prime continuelle à la multiplication des enfants. Par extraordinaire, il n'en est rien. Le nombre des naissances est peut-être plus grand que dans aucun autre pays, mais le manque de soins pour les nouveaux-nés augmente la mortalité d'une façon effrayante. Les mères sont retenues aux champs et ne

(1) Il est vrai de dire qu'en bien des endroits, sur le terrain noir, l'usage des engrais serait radicalement impossible dans les premières années de mise en culture, à moins qu'on ne veuille s'exposer à tout perdre par un excès de végétation.

peuvent allaiter leurs nourrissons ; elles leur donnent au retour une nourriture peu substantielle, une sorte de brouet de farine de seigle, qui ne les soutient pas et les étiole. D'après Von Buschen, le nombre des enfants par couple marié est en Russie de 4.96, en Prusse de 4.23, en Belgique de 4.72, en Angleterre de 4.77, et d'après une moyenne établie par divers économistes, la durée de la vie en Russie ne dépasse guère 25 ans, en Prusse 35, en Belgique 45, en Angleterre 50. Mais l'empire russe est si grand que l'on conçoit que des moyennes établies dans ces conditions ne soient que le résumé de différences excessives ; c'est ainsi que, dans la région du Volga, la moyenne de la vie ne dépasse pas 20 ans, dans celle des gouvernements de Viatka, Perm, Orenbourg, elle ne va guère au dessus de 15 ans.

La rareté de la main-d'œuvre dans les campagnes fait ressortir encore un nouvel inconvénient dans l'organisation du mir. Une fois la femme mariée, elle est considérée comme servante, comme apportant des bras de plus à la communauté et jouissant en outre d'une partie du patrimoine communal. Il en résulte que, pour avoir véritablement de l'aide, l'on s'empresse de marier les jeunes gens à des femmes qui ont deux fois leur âge, il est vrai, mais qui jouissent aussi d'une force double : d'aucuns racontent même qu'on voit parfois les femmes porter sur les bras leurs futurs maris, mais il y a là évidemment exagération. Depuis la promulgation de la loi d'émancipation, cet état de choses tend cependant un peu à disparaître : les fils osent aujourd'hui résister à leur père lorsque celui-ci veut les pousser à un mariage mal assorti, et ils font leur choix eux-mêmes.

Il existe en Russie des partisans acharnés du mir. Pour eux, l'organisation de la communauté est surtout regardée comme le seul moyen de profiter de l'étendue des terres cultivables que possède le pays. En dehors de ses prairies, la Russie a, en Europe, 90 millions de dessiatines, soit 98 millions d'hectares de sol arable, c'est-à-dire plus de trois cinquièmes de ce que possèdent ensemble la France, l'Autriche et la Prusse réunies ; elle peut livrer à la culture plus de 80 millions d'hectares en terre noire. Eh bien, disent alors les partisans du mir, quand un pays est aussi favorablement doté, quand il a à sa disposition autant de ressources naturelles, son devoir est avant tout d'être agriculteur, de pousser ses concitoyens à la culture des terres ; il doit essayer, car il le peut, d'être le grenier d'abondance des autres nations. Fi de l'industrie qui énerve l'homme et abâtardit la race, autant que le travail des champs le relève, le fortifie et le moralise. Quoi de mieux, pour arriver à ce but, que le mir, qui force chacun à cultiver une part du sol et qui ne laisse aucune portion du territoire inculte, tant qu'il peut y avoir des bras libres pour défricher et cultiver. C'est aussi le moyen

de peupler la Russie, qui ne possède que trop de terres inhabitées, que de donner à chacun, par droit de naissance, une part dans le territoire national.

Avec le mir, ajoutent-ils, plus de prolétariat avec ses misères et ses dangers, puisque chaque travailleur valide a le droit de réclamer une part des terres communales ; plus d'enfants qui portent la peine de la paresse de leurs parents, puisque ceux-ci jouissent en grande partie, de leur vivant, du bien auquel ils peuvent prétendre (1); plus de bouleversements sociaux, puisque tout le monde est possesseur ; plus enfin de lutte entre le travail et le capital, le sol restant le patrimoine inaliénable de tous les habitants. Les partisans du mir vont jusqu'à trouver que la culture ne peut que gagner à cette organisation, puisque, n'étant pas obligé d'acheter, le cultivateur peut mettre dans sa terre tout son capital.

Il est facile de saisir ce que ces raisonnements peuvent avoir de puéril. Leur appréciation et leur réfutation me mèneraient trop loin ; je préfère me borner à en exposer la teneur.

Telle est l'organisation des corporations communales. Le mir n'existe pas partout, car on rencontre encore ou des nomades ou des colonies allemandes qui tiennent à cœur d'implanter leurs coutumes chez les étrangers, et surtout de ne pactiser en rien avec les mœurs locales. Il y a de même des règlements spéciaux selon les districts et les cantons qui varient d'un bout à l'autre de la Russie ; nous n'aurions pas assez d'un grand in-8° pour les énumérer tous. On conçoit facilement combien les coutumes locales peuvent différer dans un pays dont les mœurs, la population, les institutions et jusqu'à la structure géologique en font une contrée qui n'est pour ainsi dire qu'à demi européenne. Nous voyons dans cet empire un mélange de peuples si divers, voisins sans penser à s'allier, nationaux sans se connaître, et souvent antipathiques, qu'ils rappellent naturellement à l'esprit la confusion des peuples primitifs. Nous avons en effet, à l'est, des Finnois à demi sauvages, à côté de Finlandais industrieux et actifs ; à l'ouest, des Allemands au naturel laborieux, à côté de Polonais enthousiastes, n'ayant pour eux que leur imagination poétique, et malheureusement ignorants de toute science éco-

(1) Lorsqu'il s'agit de partage, on considère avant tout la coopération du travail qui a fécondé les terres qu'il est nécessaire de diviser. Tous ceux qui n'ont pas pris part à la formation de l'édifice, filles et enfants, sont exclus de droit : l'enfant devant avoir sa part dans la suite ; la fille devant recevoir une dot qui lui sera donnée par l'une ou l'autre section de la famille qui aura été chargée de son entretien. Le reste revient aux fils. A moins donc de nouveau partage, la maison et le terrain ne peuvent passer entre les mains de personnes étrangères au mir : il n'est qu'une exception à cette règle, c'est au cas où le village entier donnerait son consentement à une cession de ce genre ; encore les habitants peuvent-ils toujours exercer un droit de préférence.

nomique; au centre, les Slaves proprement dits, population apathique et qui tient de l'orient; au sud enfin, une population nomade où l'on rencontre de tout, kalmoucks, tartares, cosaques, et à laquelle il serait difficile, pour ne pas dire impossible, de faire quitter la vie nomade et l'air des steppes.

Mais, d'une manière générale, ces corporations s'étendent dans toute la Russie. En ville, la *bourgeoisie* choisit surtout la *guilde,* qu'elle divise parfois en 37 catégories, dont la plus considérée est la première, dans laquelle on achète le droit de commercer avec l'étranger; la *haute finance* préfère la *tchin ;* les ouvriers et les employés se maintiennent dans la *tsek* et l'*artel,* sur lesquelles nous nous sommes le plus étendu. En campagne, le *mir* est loin de s'éteindre. Il n'y a que les juifs qui ne jouissent pas de priviléges et ne soient acceptés dans aucune corporation : depuis 1864 seulement, ils ont le droit d'habiter les villes, sauf Saint-Pétersbourg, où ils ne peuvent pratiquer leur religion qu'en cachette, sans pouvoir acheter de terre ni posséder d'immeuble à ciel ouvert.

De tout ce que j'ai dit jusqu'ici ressort un fait très-curieux, c'est que l'idée de communauté est extrêmement vivace chez les Russes. Dans les artels des villes, on *partage* le produit du travail; dans les mirs des campagnes, on *partage* la terre.

L'idée générale de communauté doit-elle être préférée à celle de propriété individuelle? Je ne le crois pas. L'organisation des artels présente, comme on l'a vu, un côté avantageux, mais elle se dresse toujours comme une barrière infranchissable devant celui qui veut essayer ses propres ailes et n'aime pas à voir limiter l'arène dans laquelle il veut combattre. Tôt ou tard, il devra s'y glisser d'importantes modifications.

Je dirai la même chose de l'organisation des communes. Le mir, tel qu'il est actuellement agencé, et en dehors des inconvénients que j'y ai signalés plus haut, restera toujours une porte fermée à tout nouveau procédé de culture, à tout emploi raisonné d'engrais, à tout progrès agronomique. Et en supposant même que, grâce aux lois libérales de ces derniers temps, la lumière puisse se faire dans les esprits, l'absence de voies de communication serait encore un nouvel obstacle à l'extension du progrès. Il n'est pas seulement nécessaire en effet que le paysan retire de sa terre le plus de produit possible, il est encore indispensable qu'il puisse profiter des avantages qu'il s'est procurés. Comment le fera-t-il s'il est obligé, comme il n'arrive que trop souvent, de se confier à de forts marchands dont les comptoirs sont établis près des villages, de ne recevoir à titre d'arrhes qu'un tiers à peu près de la somme qui lui revient, et de s'en remettre pour le reste à un prix et à un terme

de paiement fixé par un arbitre? S'il pouvait trafiquer directement avec les exportateurs des villes, tous ces inconvénients lui seraient épargnés, mais, d'une manière générale, les canaux, les chemins de fer lui sont trop souvent inconnus ou sont trop éloignés de son habitation; force lui est de se courber devant les circonstances locales.

En somme, dans les conditions où ils se trouvent, le mir comme l'artel éloigneront encore la Russie de la voie du progrès.

M. FOULON

Secrétaire de la Chambre de Commerce de Nantes.

ORIGINE DES CONSEILS ET DES CHAMBRES DE COMMERCE

— Séance du 23 août 1875. —

M. JOSEPH LEFORT

Avocat à la Cour d'Appel, membre de la Société d'Économie politique, Lauréat de l'Institut.

NOTE SUR LES TRIBUNAUX DE COMMERCE

— Séance du 23 août 1875. —

La juridiction consulaire a été attaquée de deux manières. Les uns ont prétendu qu'elle était inutile et que l'on pouvait parfaitement donner ses attributions aux tribunaux de 1re instance qui, dans plusieurs villes, remplacent les tribunaux de commerce et statuent sur les différends relatifs aux opérations de commerce. Les autres ont soutenu que la composition de ces tribunaux exceptionnels est mauvaise et n'assure pas aux justiciables une bonne justice.

Reprenons chacun de ces arguments.

A. L'inutilité des tribunaux de commerce est loin d'être démontrée; l'ancienneté de leur institution et les services nombreux qu'ils ont rendus et qu'ils rendent aujourd'hui, justifient pleinement leur maintien à travers nos différentes révolutions. C'est qu'en effet il y a un très-grand avantage à voir les transactions commerciales jugées par des hommes compétents. Les électeurs, qui sont tous des hommes pratiques et qui ne se payent pas de mots, choisissent les négociants connus par leur honorabilité, leurs lumières, leur intégrité. Non-seulement il faut faire remarquer que l'expérience de chaque jour donne une connaissance suffisante des difficultés qui s'élèvent le plus souvent entre

les commerçants, mais il convient aussi de dire que les affaires sont peu compliquées et ont trait principalement aux opérations de change, de vente, d'achat, de transport et autres opérations usuelles. Il se peut qu'un juge civil connaisse mieux la loi, mais il est plus ignorant des transactions commerciales que le juge commerçant, qui fait lui-même tous les jours des affaires ou bien qui en a fait pendant longtemps, qui connaît mieux les usages de la place, les antécédents des parties, et qui a des moyens plus directs et plus sûrs pour arriver à constater la bonne foi et la moralité des plaideurs.

Cette institution soustrait à l'administration proprement dite une certaine portion des affaires du pays, et constitue le pendant du jury en matière criminelle ; de plus elle a le grand avantage de diminuer les charges de l'Etat en restreignant le nombre déjà trop considérable des fonctionnaires publics salariés. Evidemment s'il fallait salarier les 1687 magistrats qui siégent dans nos 214 tribunaux spéciaux de commerce, ce serait un lourd fardeau pour notre budget.

Nul ne peut se plaindre de la lenteur apportée dans le jugement des affaires, car en 1872, 240,727 affaires (93 °/₀) ont été terminées dans l'année.

Sur ce nombre il y a eu, il est vrai, 73,920 affaires (ou 31 °/₀) terminées par transaction ou désistement, mais il n'en a pas moins été rendu 166,807 jugements. Ajoutons 24,383 décisions rendues sur requêtes ou sur rapport, dont 18,561 en matière de faillite.

B. Le second reproche c'est que les justiciables des tribunaux de commerce n'obtiennent pas une bonne justice. A cela on peut répondre que si les magistrats consulaires sont aujourd'hui sévères dans la surveillance que leurs fonctions leur prescrivent d'exercer, cela tient à ce que, dans leur carrière de négociants, ils ont toujours été honnêtes, loyaux, à ce qu'ils ont toujours obéi au sentiment du devoir et que s'ils se montrent exigeants, c'est qu'ils savent que le travail seul peut conduire à la fortune et à la considération.

Il est permis de dire qu'il est difficile pour un commerçant d'avoir des garanties plus sérieuses qu'avec le système actuel faisant juger le négociant par un tribunal composé de ses pairs, choisis parmi les gens les mieux notés d'une ville, ayant l'expérience et la connaissance des affaires.

On allègue, à la vérité, que les magistrats de l'ordre consulaire sont sans connaissance des lois et qu'ils peuvent rendre de fort mauvais jugements. Faisons observer que si l'on voulait apprécier le mérite d'une institution d'après la perfection absolue des instruments qu'elle met en jeu, l'on en trouverait peu qui fussent à l'abri de toute critique et la juridiction civile ne serait pas plus que la juridiction consulaire

à l'épreuve de dangers de ce genre. Au surplus, la statistique va nous renseigner. Pour savoir si les jugements des tribunaux de commerce sont mauvais, il faut rechercher leur sort devant les Cours d'appel. Or, les comptes annuels de la statistique de la justice civile et commerciale prouvent qu'en somme les Cours d'appel confirment les $^{7}/_{10}$ des jugements qui leur sont soumis.

Voici, du reste, quelques chiffres relevés sur les 6 derniers comptes rendus :

En 1867, les Cours ont confirmé 70 % des jugements émanés tant des tribunaux civils jugeant commercialement que des tribunaux consulaires ;

En 1868 — — 76 % des jugements rendus par les tribunaux civils et commerciaux, et 70 % de ceux des tribunaux consulaires ;

En 1869, nous retrouvons les mêmes chiffres ;

En 1870, les Cours ont confirmé 70 % des jugements, sans distinction de juridiction ;

En 1871 — — 69 % ; —

En 1872 — — 73 % des jugements des tribunaux civils jugeant commercialement, et 70 % de ceux des tribunaux consulaires.

L'écart n'est donc pas très-considérable, et les juges commerciaux ne sont pas aussi inférieurs aux juges civils qu'on se plaît à le dire.

M. BRISSONNEAU

Adjoint au maire de Nantes.

LA CONSTRUCTION MÉCANIQUE A NANTES

— Séance du 23 août 1875. —

M. Edward BRABROOK

Avocat, assistant registrar of Friendly societies for England, membre des sociétés des Antiquaires de Londres et de Copenhague, Directeur de l'Institut anthropologique de la Grande-Bretagne et de l'Irlande.

LES ASSOCIATIONS DE PRÉVOYANCE DE L'ANGLETERRE

— Séance du 23 août 1875. —

C'est grâce à la vraie sympathie qu'éprouve le généreux peuple français en tout ce qui concerne le bien-être des classes industrielles anglaises, mais surtout grâce au vif intérêt que montrent les économistes politiques français dans les progrès de nos institutions de prévoyance, que j'ose demander la parole à ce sujet. Nos associations ouvrières présentent une telle diversité d'organisation et de motifs, sont si nombreuses et si opulentes, qu'à mon avis il ne sera pas sans utilité d'entreprendre une explication de leurs variétés et d'indiquer ce qu'il y a de plus intéressant dans leur histoire. Je sais, du reste, que je fais preuve d'une grande présomption en m'adressant à un congrès si digne de respect et si savant sur un sujet si vaste et surtout dans une langue à laquelle je ne suis pas accoutumé. Je n'eusse jamais songé à le tenter, sans cette circonstance que le fait de ma situation officielle m'a fait connaître assez intimement les institutions dont il s'agit.

Au premier rang, je place nos caisses d'épargne (que nous appelons savings banks), parce que leurs dépôts s'élèvent à une somme beaucoup plus considérable que ceux d'aucune autre classe, et parce que leurs rapports avec le gouvernement sont différents de ceux des autres institutions. Elles se divisent en deux classes : les caisses d'épargne certifiées sous l'acte de 1863, et les caisses d'épargne qui sont dans le ressort de l'administration des postes, ou « post office savings banks ». Ces dernières ne sont qu'une branche de l'administration ; leur gestion et leurs fonds sont entièrement soumis au contrôle de l'Etat, mais les premières ont été fondées par des particuliers, et le Gouvernement n'agit que comme leur banquier, sous certaines conditions. Quelques-unes de ces conditions donnent au Gouvernement, dans certains cas, le pouvoir d'exiger des renseignements de ces caisses d'épargne particulières, et de les empêcher de dissiper l'argent qui leur est confié ; et il est défendu à aucun gérant d'une de ces caisses de faire des profits sur les dépôts pour son intérêt personnel. Les caisses d'épargne particulières ont été constituées par un acte du Parlement en 1817, et leurs

dépôts s'élèvent à 40 millions de livres sterling (fr. 1,000,000,000). Les post office savings banks ont été constitués par un acte de 1861, et déjà leurs dépôts ont atteint 20 millions sterling (fr. 500,000,000).

La première caisse d'épargne était fondée par Mme Priscilla Wakefield, en 1798. L'acte de 1817 accorda aux caisses un intérêt de 4.5625 pour cent sur le montant des dépôts, taux d'intérêt qui dépasse de beaucoup ce que le Gouvernement peut gagner par l'achat de rentes. En 1844, le taux d'intérêt fut réduit à 3 1/4 pour cent, ce qui est à peu près ce que produit le prix ordinaire des fonds publics « consols ». Ainsi, si ce n'était que les réclamations de dépôts augmentent quand le prix des « consols » est bas, et que les dépôts eux-mêmes augmentent quand le prix des « consols » est élevé, le Gouvernement ne ferait aucune perte par ses contrats avec ses banques.

Son contrat avec les déposants au post office est de leur payer 2 1/2 pour cent d'intérêt, et comme les frais d'administration sont peu considérables, le Gouvernement fait un profit.

Je sais que la situation des caisses d'épargne anglaises a été tout récemment discutée dans l'assemblée nationale à propos d'un projet pour élever le maximum des dépôts de 1,000 fr. à 2,000 fr. Le maximum, en Angleterre, est de 150 livres sterling, ou 3,750 fr. ; et ce maximum peut être dépassé par l'accroissement de l'intérêt, jusqu'à ce que les dépôts atteignent la somme de 200 livres sterling, ou 5,000 fr. Il est défendu aussi de déposer plus de 30 livres sterling ou 750 fr. par an dans une caisse d'épargne, et, par conséquent, l'ouvrier qui a amassé une somme dépassant 750 fr., n'a pas la faculté de la déposer dans une caisse d'épargne.

Le maximum des dépôts d'un seul individu a été fixé par un acte de 1828, quand le taux d'intérêt était plus élevé qu'à présent ; et il ne paraît plus nécessaire quand le gouvernement fait un bénéfice sur les dépôts des caisses d'épargne. Mais il est conservé pour deux raisons : 1° les dépôts de caisses d'épargne sont payables sur demande, et par conséquent un grand nombre de remboursements pourrait entraîner une baisse dans le prix des fonds et une perte pour le gouvernement ; 2° l'abolition d'un maximum réagirait sur les opérations ordinaires des banquiers.

Que ces caisses d'épargne de l'Angleterre soient utiles aux classes industrielles, on n'en peut douter après les recherches de mon ami, le savant M. Scratchley, qui dit qu'un tiers des déposants sont ouvriers, un tiers ouvrières, un sixième mineurs, et que ce n'est que le dernier sixième qui comprend les déposants de toutes les autres classes.

La seconde classe des associations de prévoyance comprend les sociétés de secours mutuels, que nous appelons Friendly Societies, ayant

pour objet d'amasser par les contributions des membres les fonds nécessaires pour subvenir aux frais de maladie et d'enterrement. Ces sociétés, parmi nous, ont subi de nombreux changements ; les plus anciennes, qui existent jusqu'à nos jours, sont les guildes de métiers (trades guilds) de Londres, qui néanmoins ont perdu presque toute trace de leur origine de prévoyance et de secours mutuels. Le renouvellement de l'organisation de la prévoyance, sous cette forme, est dû aux Français qui, après la révocation de l'Edit de Nantes, ont établi à Spitalfields (London) des institutions de ce genre, et c'est avec plaisir que je reconnais ici, dans la ville de Nantes, l'obligation que nous devons à ces hommes si habiles et si prévoyants.

Permettez-moi de citer ici une de ces sociétés, nommée la Société de Lintot (établie à Bethnal Green, Londres), qui fut fondée en 1708. Elle n'a que 50 sociétaires, mais les fonds de la société s'élèvent à fr. 51,050. Parmi les sociétaires on trouve les noms évidemment français de Racine (trésorier), Duprey, Lussignes, Levesque, Pottier, Sully, Levillain, Dongray, Bouchard, Boisson, Saint et Deboos. Cette société sert de type à plusieurs sociétés qui existent depuis longtemps, ayant peu de membres, mais recueillant des fonds communs considérables.

Quelques-unes des sociétés fondées par les réfugiés français existent jusqu'à ce jour : elles sont peu nombreuses, et appartiennent à la catégorie des sociétés individuelles, mais elles ont parcouru honorablement une longue carrière. Elles ont servi de modèles à un grand nombre de sociétés anglaises, sociétés dans lesquelles le désir de se réunir est au moins égal à celui d'amasser des fonds pour la maladie ou la mort. Par conséquent, lorsque les membres n'ont pas réclamé de bénéfices, parce qu'ils avaient les moyens de s'en passer, il est souvent arrivé que ces sociétés ont dû faire de grands profits ; tandis que d'autres sociétés, avec la même cotisation de primes, mais formées de membres qui font de fréquentes demandes sur ses fonds, ont pu faire faillite.

C'est ici que l'on trouve l'explication d'un problème très-difficile dans la gérance des sociétés de secours mutuels. Comme sociétés de prévoyance, il faut que chaque prime payée ait son équivalent en bénéfice, soit au membre payant, soit à un autre ; mais comme sociétés d'amitié, elles fournissent un élément qu'on ne peut réduire à des principes de calcul, mais que néanmoins on ne doit pas négliger.

Les sociétés amicales isolées ont, dans ces derniers temps, été remplacées dans plusieurs villes par les sociétés affiliées, connues sous les noms de Odd-Fellows, Foresters, Druids, Rechabites, Shepherds, Ivorites, et sous quelques autres noms également étranges et bizarres, mais qui possèdent une certaine attraction pour les membres qui en font partie. Ces sociétés s'appellent « sociétés secrètes », mais leurs secrets

sont des plus innocents; elles ne se mêlent nullement de questions politiques, sociales, ou religieuses, mais leur but unique est de se prémunir contre les besoins de la vie. Comparées aux sociétés isolées, elles peuvent offrir des avantages supérieurs, dans la faculté qu'a chaque membre de se transférer d'une « lodge » à une autre « lodge », et le règlement que, si son premier « lodge » fait banqueroute, il peut être secouru par les fonds généraux de l' « ordre ».

Les deux sociétés affiliés qui sont le plus répandues dans le royaume, sont le « Manchester Unity of Odd-Fellows », et l'ancien ordre des « Foresters ». La première a presque un demi-million de sociétaires, et la seconde n'en a guère moins. Au 31 décembre 1874, les « Foresters » avaient 276 « districts », 4,141 « courts », et 458,495 sociétaires. Leurs fonds se montaient à fr. 50,573,950; et pendant l'année 1874, les membres avaient reçu des secours de la société représentant 3,197,366 jours de maladie, et des cotisations avaient été payées sur 4,666 décès. Il y a aussi 30 ou 40 autres ordres affiliés moins nombreux.

Il serait impossible, dans cet essai rapide, d'indiquer toutes les variétés de sociétés amicales qui sont décrites tout au long dans les rapports des commissaires de Sa Majesté la reine sur une enquête à ce sujet, publiés tout récemment. Je me permettrai de renvoyer ceux qui s'intéressent à cette question à un petit essai que j'ai eu l'honneur de lire devant la société de Statistique de Londres, et dans lequel les rapports des commissaires sont abrégés et leurs résultats mis en évidence. Depuis l'année 1793 jusqu'au 23 juillet 1855, 26034 sociétés amicales ont été certifiées ; de 1855 à 1873, 20058 sociétés ; le total des sociétés qui ont obtenu une constitution légale s'élève à 46092, et il y en a un grand nombre qui n'en ont pas obtenu.

Des sociétés enregistrées, il paraît que 21659 existaient au 31 décembre 1873, mais que 11926 seulement ont fourni les renseignements demandés par le Registrar et exigés par les actes du parlement. Ces 11926 sociétés avaient 1,787,291 sociétaires et 215,763,125 fr. de capital.

La troisième classe des sociétés de prévoyance comprend les « Building societies », nom qu'on ne peut pas traduire en français, parce qu'il ne représente pas les fonctions réelles de ces sociétés. Elles ont pour but, au moyen des contributions des sociétaires, d'amasser des fonds destinés à faire des prêts aux membres, ces prêts étant garantis par des hypothèques sur immeubles. Telle est la définition légale de leurs fonctions ; mais, dans les quarante années de leur exercice, elles ont fourni à des milliers d'hommes prévoyants le moyen de devenir les propriétaires de leurs domiciles. C'est, en Angleterre, presque une révolution dans la propriété du sol. Chacun, par ce moyen, peut devenir, comme nous le disions, « his own landlord », le propriétaire de sa demeure.

Quelques-unes de ces sociétés se sont formées avant 1836, quand le premier acte pour les encourager fut passé, et en vertu de cet acte, environ 6000 sociétés se sont formées. Il a été révoqué par un acte (passé en 1874), qui a étendu les priviléges accordés aux Building societies, et a déclaré que la responsabilité de leurs sociétaires serait limitée aux fonds que chacun d'eux aura versés. Sous cet acte, 300 sociétés, anciennes et nouvelles, ont été enregistrées, et cet enregistrement leur donne les droits d'un « corporate body », et les dispense de nommer des « trustees », comme propriétaires légaux de leurs immeubles. L'acte leur donne aussi le droit d'emprunter de l'argent en aide de leurs fonds.

4e CLASSE. — Les associations qui sont appelées dans les statuts « Sociétés industrielles et de prévoyance », mais qu'on appelle généralement « Sociétés coopératives », sont bien connues en France. L'enquête sur les sociétés de coopération faite par une commission qui a tenu dix séances pendant l'année 1865-1866, et dont les travaux ont eu pour résultat la publication de la loi 1867, nous enseigne combien le principe coopératif est compris en France ; et j'ai osé dire que la loi française possède un grand avantage sur la loi anglaise, en ce qu'elle forme un tout par elle-même et contient un système complet (1).

La loi anglaise donne aux sociétés coopératives cette définition : « Sociétés ayant pour objet d'exécuter toute espèce de travail, de faire toute espèce de commerce ou de métier manuel, en gros ou en détail (les affaires de banque exceptées), et d'en appliquer les profits à toute œuvre autorisée par les actes relatifs aux sociétés de secours mutuels, ou généralement permises par une loi ».

Ces sociétés sont ainsi :

1° *Industrielles,* en tant qu'elles tirent leurs profits des efforts mutuels et personnels de leurs membres ;

2° *De prévoyance,* en tant qu'elles affectent leurs profits à pourvoir aux besoins à venir.

En conséquence, une société industrielle et de prévoyance, dans sa forme la plus parfaite, est une association de travailleurs, dont chacun non-seulement contribue pour sa modeste part à la formation du capital roulant et aux frais de premier établissement, mais contribue aussi par son propre travail à l'exploitation de la branche d'industrie que la société fait valoir.

Telle est la forme que les sociétés coopératives de France ont prise ; mais les sociétés coopératives de production n'ont pas été nombreuses en Angleterre. Le nombre des sociétés de consommation est dix fois plus considérable que celui des sociétés de production.

(1) *Journal des Economistes,* novembre 1871, p. 199.

En Angleterre et dans le pays de Galles, 790 sociétés coopératives ont fourni au Registrar les renseignements requis par la loi pour l'année 1873. Le nombre des sociétaires était de 340,930; l'accroissement pendant l'année a été de 38,734. Le montant des capitaux souscrits par ces sociétés était de 83,352,600 fr.; l'accroissement, pendant l'année, de 14,923,025. Les capitaux empruntés se montaient à 10,795,200 fr. Les achats de l'année ont été de 308,619,500 fr.; les ventes, de 341,278,175 fr. Les marchandises en magasin (stock in trade) étaient de 35,978,425; la valeur des immeubles, de 34,029,925 fr.; les intérêts sur les capitaux, de 3,814,900 fr.; les bénéfices nets, de 23,968,025 fr. On ne saurait douter de l'importance des résultats accusés par ces chiffres. Il est difficile de dire lequel de ces deux résultats dit plus à l'esprit, à savoir, que 94 millions d'épargnes faites par des ouvriers aient pu produire un bénéfice annuel (intérêts et dividendes compris) de près de 30 pour cent; ou que ces mêmes ouvriers aient été mis à même d'obtenir, sur le meilleur marché du royaume, les objets nécessaires à la vie de leur famille pour une somme de 341 millions en une seule année.

Un enseignement dont plusieurs milliers de travailleurs sont redevables aux sociétés coopératives, c'est qu'elles leur font comprendre l'avantage des payements au comptant. Dans la majorité des entrepôts de ces sociétés, on n'achète ni ne vend à crédit. Cet enseignement s'est étendu plus loin. Plusieurs entrepôts coopératifs ont été établis à Londres par les employés de l'État et par d'autres corps pour faire participer des classes entièrement différentes aux avantages qui résultent de l'achat au comptant, soit pour le bon marché, soit surtout pour la pureté des denrées achetées. L'association limitée pour l'alimentation dite *Civil service Supply,* établie à Londres en 1866, compte 4500 actionnaires et 15000 autres acheteurs. Les ventes se sont élevées, en 1874, à 20,000,000 fr.; les immeubles appartenant à l'association sont évalués à 750,000 fr., et le bénéfice net d'une seule année a été de 480 pour cent du capital versé.

Un acte passé en 1871 a ajouté aux fonctions des sociétés coopératives celle de l'achat et de la vente des immeubles. 33 sociétés ont été établies avec cet objet seul, et la valeur totale des immeubles achetés en vertu de cet acte était 7 millions de francs. Cette somme a été employée à l'achat de petites maisons valant de fr. 5,000 à 10,000 chacune, payées par la société et remboursées par les membres, en quelques années, par paiements mensuels, exactement de la même manière dont procèdent les building societies : mais, dans plusieurs cas, l'argent qu'emploie la société est prélevé seulement sur les bénéfices de ses opérations. De cette façon, les bénéfices produisent pour les membres le

plus grand avantage possible, surtout dans un pays comme l'Angleterre, où tant de gens désirent acquérir de la terre.

Les sociétés coopératives se divisent naturellement en trois espèces :

1° Sociétés de production.
2° Sociétés de consommation.
3° Sociétés de crédit.

Nous avons expliqué de quelle manière ces deux premières classes ont réussi en Angleterre ; mais la troisième est exclue de l'opération de l'acte relatif aux sociétés industrielles et de prévoyance par la prévision de cet acte qui défend aux sociétés les affaires de banque. Mais il y a un autre acte en vertu duquel sont rétablies les sociétés pour prêter de l'argent à leurs membres, que nous appelons « loan societies ». Les opérations de ces sociétés sont fort restreintes ; on ne peut prêter à un seul membre plus de fr. 375, et ce petit capital ne suffit pas pour permettre à l'emprunteur de s'établir dans sa profession. A cet égard, ces sociétés sont tout à fait inférieures aux sociétés de crédit de la Belgique et de l'Allemagne.

Les sociétés de crédit de l'Allemagne, fondées en 1853 par M. Schultze-Delitzsch, existent au nombre de 2,509 ; et les 834 qui lui ont fourni des renseignements avaient avancé dans une année la somme de fr. 1,672,500,000. Au contraire, les 464 « loan societies » anglaises qui ont fourni des renseignements à l'avocat chargé de certifier leurs statuts n'ont fait circuler que fr. 15,349,075 dans l'année 1873.

On peut douter qu'une « loan society » puisse être considérée comme société de prévoyance, car l'emprunt est, en général, l'ennemi de la prévoyance ; mais il faut remarquer qu'il y a des circonstances dans lesquelles un petit marchand, ou un ouvrier, peut employer l'argent d'un prêt pour agrandir le cercle de ses affaires ou pour commencer une nouvelle carrière. Et les sommes versées par les 32,100 déposants, se montant à fr. 5,103,200 dans une seule année, ont tout le caractère d'épargnes.

Parmi les associations de prévoyance, on peut compter les grandes compagnies d'assurance sur la vie, mais elles sont en dehors de notre présent objet, car elles s'occupent principalement des affaires de classes plus élevées que celles dont il est question dans cet exposé. Il y a maintenant plusieurs sociétés d'assurances dans lesquelles la somme moyenne correspondant à chaque individu assuré est petite, et le montant des biens de ces sociétés doit s'ajouter à celui des sociétés de secours mutuels.

5e CLASSE.. — Parmi les sociétés de prévoyance de l'Angleterre, on compte aussi ses « Trades Unions. » Bien que la plus grande partie de leurs fonds soit employée à maintenir une grève, ou à nourrir les membres pendant la durée d'un « lock-out », les sommes que ces organisations consacrent au secours de leurs membres, en frais de maladie et d'enterrement, sont considérables. Ce sont des sociétés de secours mutuels et quelque chose de plus. Sans examiner si leurs fonctions de soutenir les membres dans les crises de leur métier est un acte de prévoyance, puisque protéger en temps de chômage est une vraie assurance, on peut les appeler sociétés de prévoyance, en vertu de leurs autres fonctions. Plusieurs de ces « Unions », les plus importantes, n'ont pas été enregistrées, mais celles qui sont enregistrées sont assez nombreuses et ne manquent pas d'intérêt.

Environ 200 Unions ont été enregistrées, et d'après les renseignements fournis par 118 de ces Unions, il paraît que leurs fonds se montaient à fr. 6,750,000 ; leur revenu annuel à fr. 8,575,000, et le nombre de leurs sociétaires à 201,000. Parmi les plus considérables de ces Unions sont trois unions de mineurs, établies à Durham, à Manchester et dans l'ouest du Yorkshire ; elles ont ensemble fr. 1,125,000 de capital, fr. 4,250,000 de revenu annuel, et 90,000 sociétaires. Une société de fabricants de chaudières (boiler makers) a fr. 1,302,150 de capital, fr. 878,000 de revenu et 14,715 sociétaires.

Dans ce résumé sommaire et incomplet, je n'ai pu qu'indiquer quelles sont les principales sortes d'associations de prévoyance qui fleurissent en Angleterre. Une conséquence naturelle de tout ce qui précède, c'est qu'il est très-honorable pour la classe ouvrière que des sommes si considérables proviennent de ses économies. Les 1,500 millions de francs déposés dans les Caisses d'épargnes particulières et gouvernementales ; les 200 millions de capital possédés par les sociétés de secours mutuels qui ont fourni des renseignements ; les 100 millions des sociétés coopératives ; les 6 millions des « Trades Unions » enregistrées, et les sommes inconnues possédées par les autres classes de société que je viens de nommer, forment un total qui devrait faire hésiter les personnes sensées à accuser d'imprévoyance les ouvriers de l'Angleterre.

M. GOULLIN

Vice-consul de Belgique, à Nantes.

SUR L'AMÉLIORATION DE LA LOIRE ET DES CANAUX MARITIMES

EXTRAIT

— Séance du 23 août 1875. —

La profondeur insuffisante de la Loire fait depuis des siècles l'objet des préoccupations du commerce de Nantes; dés le début des tentatives d'amélioration, deux systèmes opposés se sont trouvés en présence, l'un consistant en l'établissement de digues ayant pour but de rétrécir le lit du fleuve et d'obtenir, par suite, un approfondissement du chenal; l'autre, en la création d'un canal latéral au fleuve. A ce moyen radical, on a opposé, dès le principe, une foule d'objections sans fondement; une seule est sérieuse, mais non insurmontable : c'est l'élévation de la dépense. Elle effraya à tel point les ingénieurs et les corps constitués de la ville, que jusqu'à ces derniers temps le système de l'endiguement prévalut, malgré l'insuccès des premières tentatives de MM. Magin et Lemierre. De bons esprits avaient pourtant signalé, dès le principe, l'impossibilité du succès dans un fleuve comme la Loire, les dangers graves du système.

« Nous admettons, disait en 1851 M. le capitaine de vaisseau, aujourd'hui amiral » Jurien de la Gravière, aux auteurs du projet d'endiguement, nous admettons » qu'entre les digues, vous parviendrez à creuser et à maintenir un chenal de 5^{m} » d'eau ; mais au point où ces digues s'arrêteront, nous pensons qu'il se formera un » dépôt, un seuil que vous ne pourrez faire disparaître qu'en prolongeant l'encaissement du fleuve au-delà de cette traverse. Vous serez ainsi conduits, en poursuivant toujours la difficulté, à aller de la pointe du Pellerin à l'île Pipy, de cette île » à la rade de Paimbœuf, puis à la tour des Brillantes, enfin à la rade de Saint-» Nazaire. Vos digues finiront donc par atteindre l'embouchure du fleuve. C'est sur » ce point qu'elles verseront les sables emprisonnés jusque là entre vos ouvrages. Il » y aura attérissement, exhaussement de la barre. Dans quelques années, on n'en-» trera plus dans la Loire qu'à l'aide des marées de syzygie. »

M. l'ingénieur en chef Jégou combattit ces objections avec une conviction passionnée, et réussit à faire adopter son système; mais il ne put triompher des obstacles prévus par tous les marins et les pilotes. Des bancs de sable furent bien déplacés, des hauts fonds diminués de longueur, des passes draguées et approfondies momentanément. La navigation ne devint pas plus facile d'une manière régulière; le chenal étant rétréci, inconstant, les échouements devinrent de plus en plus fréquents. Il ne fut bientôt plus possible de louvoyer en amont de Paimbœuf, de nouveaux bancs s'étant formés dans le chenal, en aval des digues.

C'est alors, vers 1860, que l'opinion publique, déçue des espérances qu'avait pu lui faire concevoir d'abord le système de l'endiguement, se rallia, d'une manière générale, à l'idée d'un canal latéral.

En 1861, un ingénieur civil, M. Radiguel, présenta un avant-projet de canal maritime à grande section qui ne parut pas au Conseil général des ponts-et-chaussées digne d'une étude définitive, mais qui eut, tout au moins, le mérite de fixer de plus en plus les esprits sur la voie dans laquelle il fallait entrer pour trouver une solution satisfaisante de la question d'amélioration de la navigation de Nantes à la mer. Si le projet de M. Radiguel n'était pas exécutable, ne pouvait-on trouver une solution plus pratique ? Le gouvernement impérial ne voulant pas faire les frais des études nécessaires, la ville de Nantes dut y pourvoir avec ses propres ressources. Une souscription publique qui réussit grâce à l'énergique impulsion de M. Goullin père, alors président du Tribunal de Commerce, mit à la disposition de la Chambre de commerce les fonds nécessaires : ses délégués obtinrent, non sans peine, que MM. Plocq et Carlier, ingénieurs des ponts-et-chaussées pussent accepter de se charger de ces études. Ils s'en acquittèrent avec beaucoup de soin et de talent. M. Carlier présenta, en 1867, un projet complet de canal, assurant six mètres de tirant d'eau de Nantes à la mer, divisé en trois sections. L'ensemble du projet, non compris les travaux d'amélioration et d'aménagement du port de Nantes, eût coûté 62 millions ; mais M. Carlier avait soin d'établir que l'exécution de la section intermédiaire de Couëron à la Jalais, devant coûter 22 millions était seule nécessaire pour le moment ; la partie d'aval de la Jalais à Saint-Nazaire donnant encore un tirant d'eau suffisant, et des dragages évalués à un million pouvant donner également 6 mètres dans la partie d'amont de Couëron à Nantes.

La Chambre de Commerce demanda donc l'exécution de la section intermédiaire. Le projet était depuis plusieurs mois soumis à l'examen du conseil général des ponts-et-chaussées, lorsque M. Lechalas présenta un avant-projet d'amélioration du lit du fleuve. Autorisé à faire des études complètes et à s'adjoindre, dans ce but, M. l'ingénieur Partiot, M. Lechalas présenta, en 1870, un projet consistant dans la rectification systématique et le prolongement de l'endiguement et en des dragages puissants devant produire un abaissement considérable de l'étiage à Nantes. Suivant les auteurs du projet, on eût obtenu ainsi, moyennant 49 millions, de Nantes à l'embouchure du fleuve, $6^{m}50$ à 7^{m} de tirant d'eau.

Ce projet, fort séduisant d'ailleurs, avait l'inconvénient de jeter une nouvelle indécision dans les esprits et de faire retarder l'examen du projet de MM. Plocq et Carlier. Et la guerre allait éclater ! Toute solution fut, en effet, ajournée jusqu'en septembre dernier, époque à laquelle la Chambre de Commerce a appris que les deux projets étaient repoussés par le conseil général des ponts et chaussées.

Le projet de MM. Lechalas et Partiot était considéré comme reposant sur des considérations trop hasardées, et comme pouvant compromettre l'entrée de Saint-Nazaire et l'embouchure même de la Loire ; celui de M. Carlier, comme présentant des difficultés exceptionnelles de toutes natures et comme devant entraîner des dépenses hors de proportion avec les résultats à en attendre.

Ces objections du conseil général des ponts-et-chaussées au projet de M. Carlier, sont exagérées et extraordinaires. Il n'y a qu'à consulter à ce sujet, le rapport même de M. l'ingénieur en chef Watier, chargé du rapport officiel sur ledit projet.

Dans ce document non moins consciencieux que bien étudié, M. l'ingénieur en chef Watier avait déclaré que *le projet de M. Carlier* lui *paraissait satisfaire aux*

conditions principales qu'on doit désirer au point de vue de la navigation et des convenances locales ; que la *dépense était assez largement estimée pour faire face aux éventualités qu'il est sage de prévoir,* et qu'enfin *l'exécution du projet semblait susceptible d'être poursuivie dans des conditions qui n'auraient rien d'exceptionnel.*

On peut répondre, en outre, le mémoire de la Chambre de commerce en mains, à cette fin de non-recevoir, consistant à dire que la dépense serait hors de proportion avec les résultats à atteindre. M. Goullin a rappelé que la Chambre ne demandait pas la réalisation du projet tout entier, mais la création seulement de la section intermédiaire, laquelle ne coûterait que 23 millions (y compris un million de dragages dans la partie d'amont) ; puis il a exprimé la déception, les regrets éprouvés à Nantes à la nouvelle des décisions du conseil supérieur des ponts-et-chaussées.

Il ne faut pas cependant désespérer encore de l'avenir de la Loire ; le *statu quo* est impossible. On ne peut pas ne rien faire ; les dragages auxquels on a procédé jusqu'ici, sont absolument insuffisants : ceux que conseille la commission d'inspecteurs généraux le seraient également. On a dépensé des sommes considérables au Havre, à Marseille, à Bordeaux : les principes les plus élémentaires de justice distributive exigent que le gouvernement fasse quelque chose pour Nantes et la Loire.

M. le ministre des travaux publics semble l'avoir compris, puisqu'il a ordonné les études d'un canal partiel sur la rive gauche de la Loire.

M. Eon Duval, ingénieur en chef, en a chargé M. l'ingénieur Joly, qui s'en est acquitté avec le plus grand zèle et paraît avoir trouvé une solution relativement satisfaisante. Pour une somme de huit à dix millions, on pourrait sans doute établir un canal latéral correspondant à la plus mauvaise partie de la Loire, sur une longueur de 12 à 14 kilomètres partant de l'extrémité des digues à la hauteur de la Martinière et aboutissant à l'origine du bras de Carnet. Des dragages convenables procureraient à la navigation un tirant d'eau de 5 mètres 50 en vives eaux ordinaires (soit environ 4 mètres 40 en morte eau) dans la partie endiguée en amont de la Martinière. La profondeur actuelle entre l'île du petit Carnet et la rive gauche jusqu'à Paimbœuf et au delà jusqu'à Saint-Nazaire, et l'embouchure est suffisante pour les besoins de la navigation. Ce nouveau projet desservirait mieux qu'aucun autre, sur la rive droite, les intérêts de l'établissement national d'Indret, ceux du Pellerin et de Paimbœuf. Reste la question de savoir s'il réserverait l'avenir de la navigation de Nantes à la mer, aussi bien que le projet de M. Carlier. Si les dragages étaient impuissants à donner 5 mètres 50 dans la partie endiguée entre Nantes et la Martinière, pourrait-on plus tard prolonger en amont le canal jusqu'à Nantes ; si la rade de Paimbœuf s'envasait plus encore qu'elle n'est aujourd'hui pourrait-on prolonger en aval le canal jusqu'à la mer ? Grave question pour l'avenir commercial de Nantes !

Dans ma pensée, a dit M. Goullin en terminant, l'amélioration de la Loire maritime est intimement liée à celle de l'amélioration de la Loire fluviale, ou du moins à la création d'un système de canalisation mettant Nantes en relation avec les bassins de la Saône, du Rhône, de la Marne, du Rhin, de l'Yonne et de la Seine. Le projet indiqué par M. Krantz, d'une série de canaux reliant Chalonnes-sur-Loire à Saint-Amand-Montrond-sur-Cher, lui paraît mériter tout l'appui de Nantes et des dépar-

tements intéressés, toute l'attention bienveillante du Gouvernement et les subsides du Trésor. Nantes, reliée à la mer par un canal à eaux profondes permettant aux grands navires de remonter jusqu'à ses quais et d'y décharger en gabarres, un système bien coordonné de navigation intérieure permettant à ces gabarres de remonter jusqu'au centre de la France et de pénétrer dans les autres bassins sans frais nouveaux de transbordements, Nantes verrait une ère de prospérité encore inconnue s'ouvrir pour elle.

Les cargaisons apportées à Liverpool des pays d'outre-mer doivent, pour parvenir à la consommation dans l'Europe centrale, subir encore plusieurs chargements et déchargements par mer, canaux et voies ferrées, opérations qui seraient en partie épargnées à celles arrivant à Nantes. Le Havre et Anvers ont contre eux, outre l'allongement du parcours, les brouillards et les dangers de collision de la Manche. Nantes, avec ses beaux atterrages de l'île d'Yeu et de Belle-Ile, touche à l'Océan. Une situation topographique si avantageuse, si l'on savait en tirer tout le parti possible, ne donnerait-elle pas naissance à de nouvelles industries, source d'un développement plus grand de la richesse nationale ?

Saint-Nazaire, comme avant-port de Nantes, peut assurément rendre de grands services au commerce de toute la région, mais il ne doit pas espérer supplanter et remplacer Nantes.

Nantes a l'ambition de rester et d'être de plus en plus le centre vers lequel convergent naturellement tous les intérêts du bassin de la Loire, et de devenir aussi de plus en plus, le grand marché commercial et industriel de l'Ouest ; mais notre ville a besoin pour cela, avant toute autre chose, que son port devienne réellement, et même facilement, accessible aux grands caboteurs et aux longs-courriers.

DISCUSSION

M. Goupilleau, ancien membre du Conseil municipal de Nantes, appuie les réclamations de M. Goullin, contre la déplorable et injuste parcimonie des gouvernements qui ont méconnu les intérêts majeurs de la ville de Nantes et de la grande partie de la France traversée par la Loire. Aujourd'hui surtout, avec les secours de l'art le plus avancé, le grand fleuve devrait apporter partout la plus grande prospérité. Il ne peut la donner s'il est abandonné à lui-même. Cette parcimonie trop patente oblige M. Goupilleau à rendre à messieurs les ingénieurs de la localité, une justice que M. Goullin ne semble pas leur avoir suffisamment accordée. Il faut bien le dire, ils n'ont jamais eu à leur disposition les allocations indispensables pour compléter les plans dont ils avaient à peine commencé l'exécution.

Bercé depuis l'enfance dans l'idée de la possibilité d'une amélioration radicale de la basse Loire, il y a 40 ans, M. Goupilleau se rendit en Ecosse et en Hollande pour visiter les travaux entrepris pour faciliter la grande navigation dans les eaux intérieures. Il a contribué à l'importation de la première drague à vapeur employée dans la Loire. Il espérait, comme tant d'autres, que cet engin (si perfectionné aujourd'hui et qui avait si bien réussi dans la Clyde), aidé d'un système de digues, donnerait également en Loire les meilleurs résultats, c'est-à-dire une profondeur suffisante pour faire remonter jusqu'à Nantes la plupart des navires, ceux dont le

tirant d'eau n'excédait pas 4m50. Ce tirant d'eau n'était pas dépassé dans les 9/10es de la flotte du monde entier, il y a 40 ans. Cette profondeur eût été atteinte si des dragages aussi énergiques que ceux du début avaient été continués; mais elle ne pouvait être assurée que dans les marées de vives eaux, c'est-à-dire pendant cinq à six jours chaque mois. Elle a été pour ainsi dire obtenue et ce au grand profit de la navigation, car les petits navires autrefois étaient eux-mêmes obligés d'attendre les vives eaux pour descendre et remonter, et même à cette époque, l'irrégularité du chenal occasionnaient aux navires plus grands de fréquents échouages, des avaries considérables et souvent des retards plus préjudiciables encore. Ces inconvénients ne reparaissent presque plus là où le fleuve a été amélioré. C'est bien quelque chose ! mais depuis le commencement des dragages, la marine marchande s'est transformée et les opérations maritimes aussi. Depuis l'emploi des bâtiments à vapeur et des chemins de fer, partout une grande régularité et une grande célérité sont devenues les conditions indispensables aux mouvements de toute grande place de commerce. Des arrivages ou des départs réduits aux jours de marées de vives eaux seraient la ruine du meilleur port. Dans ces circonstances, M. Goupilleau autrefois partisan des plus prononcés des travaux dans le lit du fleuve, tout en les recommandant encore, reconnaît qu'ils seront toujours insuffisants. Il faut aujourd'hui absolument recourir à un canal maritime sur la rive sud. Un tel canal exigera indubitablement de grandes dépenses; mais si l'administration supérieure se rendait bien compte (ce qu'elle n'a certainement pas fait jusqu'à ce jour), des avantages que Nantes en particulier et le pays en général retireraient d'un tel travail, elle n'hésiterait certainement pas, dès que l'état des finances le permettrait d'y consacrer les sommes plus d'une fois accordées à des intérêts moins importants. Jusqu'ici il semblerait qu'on s'est borné à chercher à déplacer ces intérêts pour les transporter à Saint-Nazaire. Déplacer le commerce, l'industrie, les richesses d'une localité pour les transporter à quelques kilomètres plus loin, là où les germes n'en existaient pas, ce n'est pas enrichir le pays, c'est bien plutôt l'appauvrir. On détruit ici ce que l'on ne peut reconstruire là-bas.

En un mot, M. Goupilleau se joint à M. Goullin pour demander que l'habileté incontestable de MM. les ingénieurs, aidés de dotations suffisantes commandées par des intérêts de premier ordre, parvienne à utiliser les eaux de la Loire, soit au moyen d'un canal ou tout autre moyen qui permette à Nantes de conserver son rang de grand port, dont on a cherché à le dépouiller en ajournant indéfiniment les grands travaux entrepris partout ailleurs ou en les limitant de telle sorte qu'ils soient par cela même tout à fait inefficaces.

M. Goupilleau s'excuse devant la section de ne pas produire un volumineux travail pour lequel il s'était fait inscrire, sur la prière d'un ingénieur civil, qui en était l'auteur. Après en avoir pris lecture et en avoir conféré avec plusieurs personnes compétentes, il a cru devoir conseiller à l'auteur d'en continuer l'étude avant de le communiquer à une assemblée qui compte parmi ses membres les hommes de l'art les plus compétents, qui, depuis des années, consacrent leur zèle et leurs veilles à la recherche de bonnes idées nouvelles. Ils accepteraient sans aucun doute avec reconnaissance celles qui seraient réellement produites.

M. POIRIER

Ingénieur civil, à Nantes.

SUR LES CHEMINS DE FER D'INTÉRÊT LOCAL.

— Séance du 23 août 1875. —

Parmi les nombreuses questions qui sont agitées, en ce moment, dans le but de favoriser le développement agricole, commercial et industriel du pays, la question des voies de communications, complémentaires des principaux réseaux des chemins de fer achevés ou en construction, s'impose une des premières.

La nécessité de poursuivre l'achèvement des canaux, l'amélioration des rivières navigables, voies de transports les plus économiques; l'utilité d'un meilleur aménagement des cours d'eau comme force motrice et moyen d'irrigation, ne semblent pas préoccuper encore assez l'attention publique, car c'est sur de nouveaux chemins de fer qu'elle se porte de préférence.

On demande, surtout, protection contre les grandes compagnies, qui sont accusées d'abuser de la situation qu'elles ont acquise, ne tenant pas compte des services qu'elles ont rendus, des obligations contractées envers elles, des difficultés qu'elles ont eu à surmonter et des intérêts qu'elles ont à sauvegarder.

On veut de nouvelles lignes leur faisant concurrence, sans songer qu'à cause même de l'importance des intérêts qui seraient ainsi en jeu, la force des choses finirait, nécessairement et dans l'intérêt public même par en déterminer la fusion.

Pour répondre à ces besoins et à ces exigences, un nouveau réseau de chemins de fer *dits d'intérêt local*, avait été conçu :

Quelques-uns de ces chemins, placés dans des conditions exceptionnelles, sont indispensables, sans doute, et donneront des résultats satisfaisants; mais combien d'autres ne pourront manquer de causer de grandes déceptions.

Le nouveau réseau des grandes lignes n'est-il pas, pour elles-mêmes, dans bien des cas, une charge lourde?

On objecte à cela que cette situation tient à ce que les frais de construction et d'exploitation par les grandes compagnies sont trop élevés; que des compagnies moins luxueusement organisées auraient pu établir et exploiter ces lignes à moins de frais.

Cela est vrai en partie et c'est pourquoi la loi de 1865 a été faite.

Toutefois, on peut encore se demander si l'idée dans laquelle ces chemins sont conçus, à savoir : *Tracé spécial et voie de la largeur des grandes lignes* (1m44) n'entraînera pas, pour la plupart d'entre eux, à des dépenses d'établissement, d'exploitation et d'entretien, hors de proportion avec les résultats à obtenir.

Ces chemins dont l'idée a pris naissance dans l'Est de la France, il y a plus de vingt ans, coûtent en moyenne *cent mille francs* le kilomètre.

Or, il est reconnu que, pour que de pareils chemins puissent servir un intérêt à cinq 0/0, il faut que le produit kilométrique atteigne *dix* pour *cent* de son coût, soit *dix mille francs.*

Or, si on consulte le tableau des recettes des chemins de fer (journal officiel du 25 mars 1875), on verra que sur les *vingt lignes* appartenant à des compagnies diverses (déduction faite d'une ligne à voie étroite), il y en a *huit,* dont les revenus depuis 1869 sont compris entre *4,600 fr.* et *9,600 fr.,* et que la moyenne de ces vingt et une lignes est de *onze mille fr. seulement.*

Bien des gens d'affaires sincères ne nient pas que les capitaux engagés dans ces chemins seront à peu près perdus, mais ils ajoutent : *Après tout, les chemins resteront et le pays en profitera.*

Ce raisonnement, qui constitue une théorie malsaine est en même temps erroné, car on ne peut pas se servir d'un chemin de fer comme d'une route ordinaire; il est assujetti à des conditions d'exploitation et d'entretien dont il est absolument impossible de se départir, et qui, dans bien des cas, pourront causer des frais tels que le chemin devra être abandonné comme un outil trop puissant pour le travail à faire. En créant de pareils chemins, on admettait que chaque département pourrait faire *180 kilomètres* soit *14,400 kilomètres* pour toute la France, à *100,000 francs* par kilomètre, ce serait une somme de 1,440 millions, sur laquelle l'État aurait à avancer 440 millions. Le reste, un milliard, serait demandé, comme la spéculation sait le faire, à l'épargne publique, dans un délai de 22 ans.

Si des lignes ferrées de *100,000 francs* le kilomètre sont hors de proportion avec la généralité des intérêts locaux à desservir, les voies de terre sont insuffisantes, quand bien même on pourrait substituer aux moteurs animés des moteurs à vapeur (locomotives routières) dont, en principe, l'usage ne peut être pratique que dans des cas tout spéciaux.

Il faut donc trouver un terme moyen entre ces deux modes, et ce sera encore dans des lignes ferrées, mais à la condition qu'elles seront établies à un taux de dépenses en rapport avec les besoins économiques

restreints à desservir, et qu'elles offriront toute la sécurité désirable et une célérité suffisante.

Le moyen d'établir de pareilles lignes et les résultats qu'elles ont donnés sont bien connus.

On peut les établir en rejettant tout tracé spécial et en utilisant simplement les accotements des routes ordinaires, dans les conditions de pentes et de courbes où elles sont établies généralement, sauf dans certains cas; en adoptant une largeur de voie de 1m 00 de rails du poids de 16 à 20 kilos., et un matériel léger, on pourrait dans ces conditions établir des lignes qui ne coûteraient pas plus de *trente mille francs* le *kilomètre,* permettant une vitesse de 16 kilomètres pour les marchandises, et de 25 kilomètres à 30 kilomètres, pour les voyageurs, vitesses bien suffisantes pour satisfaire à toutes les exigences.

Les exemples de pareils chemins ne manquent pas en France et à l'étranger, sur des parcours de peu d'étendue, il est vrai, mais ce qui ne prouve rien contre le plus grand développement qu'on pourrait leur donner.

Ces lignes à voie étroite n'offrent qu'un inconvénient : c'est celui de ne pas permettre la libre circulation avec les grandes lignes et par suite d'exiger un transbordement, et le placement d'un troisième rail dans les gares spéciales de ces dernières.

Cette objection ne peut pas avoir une grande valeur, si on considère que ce transbordement ne donne lieu qu'à des frais minimes, 0 fr. 20 par tonne, ce qui ne correspond qu'à un excès de parcours de 4 %, soit de 104 kilomètres pour 100 kilos sur les grandes lignes ; frais qui, sans doute, pourraient être abaissés par des moyens mécaniques bien entendus. Et d'ailleurs, est-ce que ce transbordement ne s'effectue pas souvent sur les grandes lignes, et nécessairement d'une grande ligne à une autre grande ligne correspondante, mais distincte?

Les routes nationales des trois classes présentent des accotements de 2m 50 à 3m 00. Ceux des routes départementales sont de 2m 00 à 2m 50, et ceux des routes communales de 1m 50 à 2m 00. Une largeur totale de 2m 00 à 2m 50 consacrée à la voie serait bien suffisante dans la plupart des cas. La circulation sur la chaussée ne pourrait donc pas être gênée.

D'ailleurs, il serait toujours possible d'édicter des règlements qui concilieraient les exigences de l'exploitation des deux voies avec la sécurité.

Une objection qui aurait pu être faite, il y a quelques années, sur les dangers de lancer des trains sur des pentes aussi fortes que celles qui se présenteraient sur ces lignes ne peut plus être invoquée, depuis que l'expérience a consacré l'efficacité de l'emploi de la contre-vapeur

comme résistance permanente et régulière à toute accélération dangereuse.

D'un autre côté, on peut faire gravir par des locomotives des rampes beaucoup plus fortes que celles admises comme maxima sur les grandes lignes.

Il n'y a donc, aujourd'hui, absolument aucun obstacle qui puisse être à redouter dans l'exploitation d'une ligne de chemin de fer de l'ordre dont il s'agit, offrant les accidents de profil des routes ordinaires.

A la plus grande sécurité qui serait assurée aux capitaux engagés dans ces lignes se joindrait un allégement considérable pour les charges publiques.

Les subventions en argent n'auraient plus de raison d'être.

L'Etat n'aurait besoin que de céder les accotements des routes nationales; les départements, ceux des routes départementales, et les communes, ceux des chemins vicinaux.

De pareils chemins ainsi conçus et adaptés dans les grandes mailles du réseau des grandes lignes, le cadre de leur développement s'élargirait bientôt; leur réseau, pouvant s'étendre à son aise suivant les voies les plus fréquentées, irait atteindre l'exploitation agricole, l'usine, la manufacture, le port, le centre de population que le commerce et le mouvement sollicitent. N'exigeant qu'un produit kilométrique de *trois mille francs,* il offrirait des chances sérieuses de succès.

Ces chemins satisferaient donc pleinement au double but que l'on s'était proposé en créant le réseau des *chemins dits d'intérêt local,* celui de développer les forces vives du pays et le trafic des grandes lignes dont ils seraient *véritablement* les affluents.

Le tout formerait un ensemble qui protégerait à la fois, les grandes compagnies, l'industrie des chemins de fer et en définitif *la fortune publique.*

Il nous paraît inutile de développer ici davantage les arguments en faveur des chemins conçus dans ces conditions, en présence du projet de loi que M. le ministre des travaux publics, M. Caillaux, vient de présenter pour l'établissement de ces chemins à *voie étroite d'un mètre,* sur les grandes routes (*Temps* du 3 juin 1875). Et si dans l'état où se trouve ainsi posée cette question, nous avons cru pouvoir demander à soumettre nos idées dans cette réunion, c'est simplement avec la pensée que, sous le patronage de cette association et avec l'influence que ses discussions doivent exercer sur les esprits, cette idée des chemins de fer à voie étroite pourra se répandre davantage et mieux se faire apprécier.

Ses conséquences, à notre point de vue, devront avoir pour effet de compléter d'une manière heureuse l'outillage commercial du pays et

de faire disparaître les *malentendus* qui existent entre le public et les grandes compagnies de chemins de fer.

Résultat de l'exploitation des chemins de fer français en 1874. — *Officiel* du 25 mars 1875).

	Recettes par kilomètres.	Nombre de kilomètres exploités.
Ancien réseau.....	66.000 F.	9.249 kil.
Nouveau réseau.....	20.000	8.230
Réseau spécial.....	37.000	156
Cies diverses.....	11.000	1.475
Moyenne.....	42.517 F.	19.110 kil.

Le chemin de Vitré à Fougères n'a coûté, dit-on, que 75.000 fr. par kilomètre.

Il n'a donné, en 1869, pour 31 kilomètres, que.... 5.673 fr. par kilomètre.
— en 1874 — 81 — .... 5.392 —
Le chemin de la Vendée a donné, en 1869..... 6.104 —
— — en 1874..... 5.270 —

Le chemin à voie étroite de *Lagny à Villeneuve-le-Comte* (Seine-et-Marne) et prolongement a donné, pour 12 kilomètres, 2.773 fr. par kilomètre.

Le chemin de Favaux à Pontsericourt a coûté 28.000 fr. (rampes très-fortes).

Chemins à voie étroite établis dans l'Inde anglaise.

Le réseau indien admet des rampes de 0m025 à 0m030.

1° Largeur d'axe en axe..... 1m 00
2° Rayon minimum des courbes..... 110m 00
3° Inclinaison des rampes..... 0m003 à 0m025 et 0m030
4° Poids des rails Vignoles..... 18 à 20 kil.
5° Traverses..... 1,200 par kilomètre (de 2m sur 0m22/0m12);
6° Matériel roulant : Locomotive à 3 paires de roues, dont 2 couplées de 16'5. écartement des essieux extrêmes..... 3m20

7° Wagons de marchandises.....
- Longueur..... 5m
- Largeur..... 2m
- Écartt des essieux... 2m63
- Diam. de roues..... 0m66

8° Wagons des voyageurs.....
- Longueur..... 6m
- Largeur..... 2m15
- Élévation intérieure.. 2m10

Diamètre des roues, 0m66. — Écartement des essieux, 3m25.

9° Charge maxima des essieux, *4 tonnes* pour les wagons à voyageurs et à marchandises ; pour les machines, *6 tonnes*.

10° Vitesse maxima des trains, *25 kilomètres* à l'heure.

Prix de revient dans l'Inde, 150,000 fr.

M. Georges RENAUD

Professeur d'économie politique, secrétaire de la section de géographie commerciale,
Lauréat de l'Institut.

LES CANAUX ET LES CHEMINS DE FER

— Séance du 23 août 1875. —

Je regrette, en abordant cette question, de ne plus voir ici, au milieu de nous, l'un des hommes les plus compétents, les plus actifs, les plus dévoués à leur pays, M. Armand Demongeot, maître des requêtes au conseil d'Etat, enlevé à ses travaux et à ses amis par une mort cruelle dans toute la force de la jeunesse. Il défendait, au sein du conseil d'Etat, avec une vigueur et un talent que la section a été à même d'apprécier, la cause des intérêts du pays, sacrifiés, à tort ou à raison, au monopole des grandes compagnies. Nous avons discuté, l'année dernière, s'il y avait lieu d'organiser la concurrence en matière de chemins de fer. Le moment me paraît venu d'examiner les moyens par lesquels on pourrait arriver à cette fin et réaliser notamment le plus efficace de tous, la réforme de la canalisation et de la navigation intérieure en France.

Il ne s'agit pas ici d'une concurrence à outrance et à tout prix, mais d'une concurrence sagement réglementée et limitée. Je rappellerai à ce propos les conclusions auxquelles on avait été amené au congrès de Lille. M. Armand Demongeot avait signalé les tendances absolues de l'administration à bannir systématiquement la concurrence. Nous autres, nous croyons qu'il est nombre de cas où il y a lieu de la conserver et de ne pas s'en effrayer. En outre, tous les grands ports devraient être alimentés par plusieurs lignes rayonnant dans tous les sens. En un mot, cette concurrence partielle est nécessaire. Comment l'organiser ? Les chemins de fer sont trop chers, ils ne peuvent couvrir leurs frais, dit-on. Cela ne nous paraît pas bien démontré, mais n'y a-t-il pas possibilité de réduire les dépenses de premier établissement et les frais d'exploitation ? Ne pourrait-on pas établir de grandes voies, concurrentes aux autres lignes, au moyen de la voie étroite, à l'exemple de la Russie, de l'Inde, de la Norwége, de l'Ecosse ? Ne devrait-on pas songer à défendre plus efficacement les petites compagnies pour empêcher les grandes d'écraser le pays outre mesure ? Je ne me prononce pas pour un système plutôt que pour un autre. Comme économiste, je me

contente de signaler les besoins du pays et la nécessité absolue d'arriver à une solution. Aux hommes techniques, de donner leur avis sur les possibilités d'application.

Mais il est une concurrence nécessaire, qu'il y a urgence à organiser, c'est celle de la canalisation. On possède des fragments de canaux, mais pas de grandes lignes de transit, et cependant la situation géographique de la France la désigne pour être le marché de l'Europe occidentale et pour profiter de la plus grande partie du transit de la civilisation actuelle entre l'Amérique et l'occident de l'Europe.

La plupart des canaux manquent de profondeur, les écluses ne sont ni assez longues, ni assez larges ; les canaux ne présentent même pas tous les mêmes dimensions, de manière qu'il est impossible de s'en servir d'une manière continue. Il faut, à chaque instant, effectuer de coûteux transbordements. Aussi la batellerie est-elle dans un état déplorable, et la vapeur, qui devrait jouer un si grand rôle, est à peine employée en dehors des canaux du système du Nord, entre la Belgique et Paris, par l'Oise.

Tout cela n'est pas digne d'un grand pays comme le nôtre, et cette situation préjudiciable ne peut plus se prolonger. Il faut qu'on subventionne un peu moins les compagnies de chemins de fer, ce qui les obligera à chercher de nouveaux profits en rendant de plus grands services au pays, en faisant mieux ; et ces économies, il y aura lieu de les reporter sur la canalisation et la navigation intérieure, de manière à établir des lignes de navigation continues entre Calais et Marseille, entre l'Alsace et le Havre, entre Cette et Bordeaux, enfin entre l'Alsace et Lyon, d'une part, Nantes et Saint-Nazaire, de l'autre.

M. ACHILLE BAZAINE

Ingénieur civil, ancien élève de l'École Polytechnique.

ÉTUDE SUR LE DÉVELOPPEMENT DES RÉSEAUX SECONDAIRES DE CHEMINS DE FER EN FRANCE

— Séance du 23 août 1875. —

Mon but, dans cette communication, est de présenter aux 4e et 15e sections réunies quelques observations sur un sujet jugé assez important à l'Assemblée nationale pour être l'objet d'une enquête spéciale qui aura lieu cet hiver (1). Je veux parler de la situation des petites compagnies

(1) Cette enquête a eu lieu, mais est restée à peu près ignorée ; rien n'en a transpiré au dehors. Nous avons pourtant chez nos voisins d'Angleterre de nombreux et excellents exemples d'enquêtes faites au grand jour et amenant des résultats sérieux, parce qu'elles sont, pour ainsi dire, dirigées par l'opinion publique elle-même. (Note de l'auteur, juillet 1876.)

de chemins de fer, en dehors du groupe des six grandes compagnies, et en particulier des griefs qu'elles peuvent faire valoir contre l'attitude prise vis-à-vis d'elles par l'administration supérieure.

Cette attitude, ordinairement hostile quand il s'agit de développement, d'augmentation de puissance ; indifférente quand il s'agit de protection contre des voisins jaloux et forts, procède au fond d'un motif unique : les grandes compagnies sont, en quelque mesure, associées à l'État ; les petites ne le sont pas. Reste à savoir si la nécessité capitale du ménagement des finances publiques est absolument incompatible avec une politique de bienveillance et de modération envers des intérêts privés considérables et touchant de fort près à celui du développement de la prospérité nationale. C'est ce que va nous montrer la revue sommaire des principales difficultés qui s'élèvent entre l'administration et les petites compagnies de chemins de fer.

I. — Economie sur les frais de premier établissement.

L'administration devrait chercher à se mieux pénétrer de l'esprit de la loi de 1865, et ne pas imposer, particulièrement aux compagnies d'intérêt local, dans ses décisions relativement aux projets soumis à son examen, l'exécution de travaux dispendieux et hors de proportion avec le peu de développement à espérer du trafic et la simplicité de l'exploitation.

II. — Frais de gares communes.

Les grandes compagnies réclament aux compagnies qui exploitent des réseaux affluents des leurs, pour l'usage des gares communes, des redevances exorbitantes ; de là découlent, soit une diminution anormale et sans utilité des recettes de la petite compagnie, soit de grandes dépenses en constructions de gares indépendantes. L'insertion dans les nouveaux cahiers des charges d'un article de la loi du 23 mars 1874, stipulant le règlement par arbitrage de la redevance, n'a pas d'effet rétroactif ; il est donc nécessaire que l'administration cesse de rester neutre quand la question est portée devant elle ; l'arrêté ministériel du 14 août dernier, nommant une commission chargée d'étudier spécialement ce genre de réclamation, est d'ailleurs un premier pas qu'on doit applaudir dans la voie d'une juste intervention.

III. — Tarifs communs.

L'administration ne peut intervenir directement pour forcer les grandes compagnies à accorder des tarifs communs ou des billets directs aux petites compagnies dont les réseaux sont enclavés dans les

leurs. L'un des seuls moyens à sa portée pour favoriser le développement du trafic des petites compagnies dans ce cas est de les autoriser, quand elles le demandent, à prolonger leurs lignes de manière à venir se relier à un ou plusieurs autres grands réseaux. Un autre moyen, c'est de concéder des lignes de raccordement aux compagnies dont les réseaux sont divisés en tronçons séparés; enfin, de favoriser la fusion des compagnies secondaires ; en un mot, l'administration a pour devoir de ne négliger aucune occasion de renforcer des entreprises exposées à végéter, puis à périr rapidement, si elles sont abandonnées sans appui à l'hostilité des grandes compagnies.

Examinons maintenant ce qui se passe en réalité. En général, toute demande en concession ayant pour but de prolonger un réseau secondaire en dehors d'un grand réseau, ou de raccorder deux tronçons d'un même réseau, ou encore de se relier à un autre réseau secondaire, est rejetée sous prétexte de création de concurrence à une grande compagnie. Or, l'inspection seule de la carte des réseaux français montre que la *non-concurrence* ne peut être admise comme principe, parce que la force même des choses a conduit à créer souvent des lignes en concurrence. Le prétexte donné n'a donc pas de valeur intrinsèque. En outre, il faut observer que des questions bien plus graves qu'une concurrence éventuelle se trouvent en jeu : 1° la lutte, parfois violente, toujours réelle et très-inégale, qui existe entre une grande compagnie, appuyée sur les garanties d'intérêt de l'État, et les petites compagnies voisines : lutte dont il faut absolument supprimer le dénoûment fatal ; 2° la nécessité, pour beaucoup d'entreprises, de grandir pour vivre, et de pouvoir développer leur trafic sans dépendre du bon vouloir d'une compagnie à intérêts opposés ; 3° l'avantage que trouve une compagnie à disposer son réseau de manière à diminuer ses frais d'exploitation ; enfin 4° les vœux de populations non suffisamment desservies par les lignes existantes.

Notons enfin que le prétexte d'une concurrence à créer est souvent illusoire, à cause de la nature même du tracé et du profil de la concession demandée.

Il appartient à la commission parlementaire d'enquête de juger si le respect d'un principe aussi vague que celui de la non-concurrence doit conduire l'administration à contribuer à la ruine d'entreprises d'utilité publique, dans lesquelles sont engagés d'importants capitaux, fournis soit par les départements et les communes, soit par les particuliers ; et si un esprit de bienveillance et la volonté de soutenir ces entreprises dans leur existence difficile et remplie de luttes ne doivent pas présider à la recherche, en toute occasion, des moyens de conciliation entre la défense des intérêts du trésor, le respect des contrats intervenus et la nécessité du développement du réseau des chemins de fer français.

Il appartient aussi à la commission de provoquer l'intervention législative pour assurer l'utilisation rationnelle et conforme à leur destination des lignes créées pour unir par une voie directe deux centres commerciaux situés sur un même réseau, mais séparés sur ce réseau par une distance kilométrique trop considérable. L'usage des tarifs de détournement peut être, dans ce cas, profitable au public ; mais une telle création est injuste pour le concessionnaire de la voie directe, qui supporte seul, en réalité, les abaissements consentis. L'exemple du *Clearing House* de l'Angleterre montre que le problème, bien que fort délicat, n'est pas insoluble ; et la question est de celles qui réclament une étude approfondie et une solution prompte et efficace.

En terminant, je ferai observer à ceux qui s'autorisent des conclusions de l'enquête anglaise de 1872 pour approuver la doctrine administrative de la non-concurrence que les termes de ces conclusions ne doivent pas être pris d'une manière aussi absolue qu'on l'a fait chez nous, et que les exemples donnés par la compagnie du Midland en 1872 et en 1874 (1) prouvent bien le tort qu'on aurait d'ériger en dogmes positifs les conséquences qui paraissent les plus logiques d'une enquête sur un sujet aussi compliqué que la concurrence entre chemins de fer.

M. LOYSON

Président de chambre honoraire de la Cour de Lyon.

SUR L'ÉTAT DE LA SCIENCE PÉNITENTIAIRE EN FRANCE

— Séance du 25 août 1875. —

M. E. DOUCIN

Ancien membre de la Société d'agriculture, d'industrie et de commerce de la Nouvelle-Calédonie.

DES ESSAIS DE COLONISATION PÉNITENTIAIRE EN NOUVELLE-CALÉDONIE

— Séance du 25 août 1875. —

Parmi les questions sociales qui ont le plus préoccupé les moralistes, il en est une qui, par son importance, se place aux premiers rangs : c'est la question des peines et des châtiments. Comment la société doit-elle prévenir les tentatives de ceux qui voudraient se révolter contre

(1) Voir le n° des *Annales industrielles* du 27 décembre 1874.

ses lois ? Comment doit-elle punir les révoltés? Comment enfin, la punition achevée, doit-elle leur faciliter les moyens de rentrer dans son sein, et faire qu'ils ne soient point, pour les honnêtes gens, un sujet de crainte continuelle? Telles sont les trois questions qui composent ce problème si difficile, dont les diverses nations du globe ont cherché la solution par des moyens souvent bien différents, sans arriver toutefois à la trouver.

Il n'entre pas dans le cadre restreint de cette lecture de traiter les deux premières questions. Nous ne voulons examiner que la troisième, et encore sans parler des criminels de second ordre que renferment les maisons centrales en France : nous ne nous occuperons que de ceux que la loi condamne aux travaux forcés.

Ce fut en 1854 que la législation française, suivant en cela le grand exemple de l'Angleterre, augmenta la peine des travaux forcés de celle de la transportation. Depuis cette époque, le forçat est conduit hors de France pour y subir sa peine. Si la condamnation est inférieure à huit années, il est astreint, son temps expiré, à un séjour dans la colonie égal à la durée de sa peine, avant de pouvoir revenir en France. Si la condamnation est supérieure à huit années, il lui est interdit de jamais revenir en France : il doit achever son existence dans la colonie.

Cette institution de la transportation a déplacé, sans la résoudre, la question qui nous occupe. La société, ne sachant que faire de ses criminels, les a rejetés au dehors sans connaître au juste ce qu'ils deviendront ; et cela est si vrai que, depuis 1854, la transportation a marché d'essais en essais. Elle a fui de la Guyanne en Nouvelle-Calédonie. Elle a fondé la Montagne-d'Argent, le Maroni et Bourail, et ce qu'elle fondera demain ne ressemblera pas à ce qu'elle a fondé hier.

La Guyane fut le premier lieu de transportation choisi. Elle est aujourd'hui presque abàndonnée. C'est en vain que l'on a voulu prétendre que l'Européen pouvait y vivre : des preuves trop certaines sont venues contredire les rapports intéressés et les notes officielles. L'Européen ne vit à la Guyane qu'à la condition de ne point y travailler.

Ce fut en 1864 que le Gouvernement français commença à diriger ses condamnés sur la Nouvelle-Calédonie.

Là, les conditions étaient différentes. La Guyane serait un paradis terrestre, si elle était débarrassée de ses animaux nuisibles et de ses miasmes délétères. La Nouvelle-Calédonie, au contraire, n'a pas d'animaux malfaisants, et son climat est un des plus salubres du monde.

Là, l'Européen peut travailler sans crainte ; le sol est fertile, les récoltes sont abondantes. Le corps du laboureur reste sain et vigoureux, et il n'a point à craindre que ce soleil qui mûrit ses moissons, vienne le tuer en lui touchant le front : l'insolation est inconnue.

Si l'on ajoute que la Nouvelle-Calédonie est à l'extrémité du monde, que les mers qui l'entourent offrent peu de chances d'évasion à celui qui ne possède pas l'argent nécessaire pour acheter des complices, qu'elle est vaste et à peu près inhabitée, on verra qu'on ne pouvait choisir un meilleur champ pour tenter sur les condamnés aux travaux forcés l'expérimentation des théories préconisées par les différents chefs d'école.

Avant d'examiner ces théories, demandons-nous ce que doit la société aux forçats dans l'état actuel de notre civilisation.

Elle leur doit tout d'abord légalement et moralement un châtiment. Il faut que le condamné paie sa dette à la société. Il faut que l'exemple de son châtiment serve à intimider ceux qui seraient tentés de l'imiter. Est-ce à dire pour cela que le condamné, en franchissant le seuil du bagne, doive perdre tout espoir? Est-ce à dire que, quelle que soit sa conduite pendant son expiation, aucun changement ne doive survenir dans sa position? Non, certainement non. Mais de même que des peines ont été édictées contre ceux qui ajouteront de nouvelles fautes à leurs fautes anciennes, de même des récompenses viendront trouver le condamné dont le repentir sera sincère, et qui le prouvera par sa conduite. De ces récompenses, la plus importante, la plus juste et la mieux choisie, c'est la diminution dans le temps de la peine.

Pour le condamné, la ligne de conduite est donc bien simple : lui faire subir sa peine, le récompenser ou le punir selon sa conduite pendant ce temps.

Mais où les devoirs de la société deviennent bien plus difficiles à remplir, c'est quand le condamné, terminant sa peine, approche de sa libération. Que va devenir cet homme alors? Comment vivra-t-il? Par quel moyen lui aura-t-on facilité sa rentrée dans la société? Sera-ce un homme aussi dangereux qu'autrefois, plus dangereux peut-être, parce qu'il sera signalé à la réprobation générale? Ou bien, sera-ce un homme transformé, qu'une société nouvelle admettra dans son sein, et qui, trouvant, le jour de sa libération, des moyens d'existence assurés, ne pourra plus excuser de nouveaux crimes par la nécessité de vivre?

Voilà le problème, et certes il est intéressant.

Lorsqu'il a été décidé que les condamnés aux travaux forcés seraient rejetés de la France et astreints à résider dans une colonie lointaine, le législateur s'est moralement engagé à leur procurer les moyens de vivre honnêtement dans cette colonie à l'expiration de leur peine; il s'est engagé à en faire des colons.

C'est pour arriver à ce but que deux systèmes sont en présence. Le premier, préconisé par le Ministère de la marine, a été mis en pra-

tique par l'amiral Guillain, premier gouverneur de la Nouvelle-Calédonie.

Dans ce système, les condamnés, à leur libération, sont internés dans des centres pénitentiaires agricoles, où ils ne jouissent que d'une liberté relative. On leur donne des terres, on les aide à les cultiver, on marie à des filles provenant des maisons centrales ceux qui n'ont pas de famille, on pousse les familles des autres à les rejoindre, enfin, marque distinctive de ce système, on exclut avec le plus grand soin de ces centres agricoles toute population libre, de sorte que cette nouvelle société est tout entière composée de forçats et de familles de forçats. Ce système, mis en pratique en Nouvelle-Calédonie, a produit Bourail, dont nous ferons tout à l'heure l'historique.

Dans le second système, mis en pratique par le second gouverneur, au lieu de repousser systématiquement la colonisation libre, on s'efforce, au contraire, de l'attirer dans le pays. Les centres agricoles créés sont accessibles tout d'abord aux colons libres, et c'est au milieu de cette population nouvelle, qui ne redoute pas le contact du forçat et qui a besoin de main-d'œuvre, que l'on verse les libérés, soit comme ouvriers, soit comme propriétaires. Le libéré se fond dans ce milieu nouveau, y travaille à l'exemple des autres, cherche à faire oublier son origine, se mêle de plus en plus aux colons libres et finit par former corps avec eux. Ce système, inauguré à Ouarail, est celui qui, mis en pratique en Australie, a fondé ce grand pays.

Revenons maintenant à Bourail ; mais en racontant les commencements de cette ville unique en son genre, nous nous ferons un devoir de remarquer que les résultats déplorables auxquels on est arrivé sont dus, non pas seulement au système, mais aussi aux nombreuses fautes d'exécution qui ont été commises.

Ce fut sur le rapport d'un agent de culture et d'un officier de gendarmerie envoyés en reconnaissance à cheval, que la vallée de la Néra, où se trouve Bourail, fut choisie pour l'établissement d'un pénitencier agricole. Cette vallée est située à quatre journées de marche dans le nord de Nouméa, sur la côte ouest de l'île. Quelques jours après, le navire de l'Etat *La Fine* partait emportant la première expédition. Elle se composait d'un garde d'artillerie chargé des travaux, d'un ancien sous-officier de chasseurs désigné comme agent de colonisation, de quatre soldats d'infanterie de marine et de quarante forçats choisis parmi les meilleurs et qu'on devait établir comme colons. La rade de Bourail était si peu connue, que *La Fine* fut quelques jours avant de la trouver. Enfin on débarqua.

Il y avait déjà bien des fautes de commises. Il eût été prudent d'étudier plus à fond le terrain avant d'y créer un établissement de cette im-

portance. On aurait découvert que la rade était mauvaise, que la rivière n'était pas navigable et qu'enfin, tous les ans, de terribles inondations venaient y détruire les récoltes. L'agent de colonisation, soit par son instruction, soit par ses fonctions antérieures, ne justifiait pas le choix qu'on avait fait de lui. Enfin, il y avait une faute beaucoup plus grave que tout cela, c'était le choix même des condamnés.

Nous l'avons déjà dit, et nous ne saurions trop le répéter, ce n'est pas le sort des condamnés qui est intéressant, c'est celui des libérés. Les condamnés ont leur peine à subir, ils peuvent la diminuer par leur bonne conduite : le problème à leur égard est facile à résoudre. Mais les libérés ! Que va-t-on faire de ces hommes qui finissent leur peine demain et qui vont venir vous demander du travail ? Qu'avez-vous préparé pour eux ? Même en admettant le premier système, ces forçats envoyés à Bourail devaient être des condamnés n'ayant plus que deux ou trois ans de peine à subir. Pendant ce temps, aidés par l'administration, ils auraient défriché le terrain qu'on leur concédait, l'auraient mis en culture, auraient construit leurs cases, et, à l'heure de la libération, ces hommes se seraient trouvés à l'abri du besoin, propriétaires d'un sol auquel ils auraient été attachés et qui leur aurait permis de vivre. Par là, cette secousse si dangereuse, ce passage si difficile du bagne à l'état libre se serait accompli sans effort et sans trouble.

Au lieu de cela, inexplicable non-sens ! on envoie à Bourail des condamnés même à perpétuité. Ce non-sens, commis dès le premier jour, a persisté ; c'est toujours le même principe qui a guidé dans l'envoi des condamnés destinés à augmenter ce pénitencier agricole.

L'emplacement qu'on choisit pour le village était situé à huit kilomètres de l'embouchure de la Néra ; ce fut là que les terres furent partagées et distribuées entre ces colons d'une nouvelle espèce. L'administration fournit les outils et les semences, et on se mit à l'œuvre.

Mais un élément manquait dans cette colonie : peu de ces hommes avaient été rejoints par leur famille. Le plus grand nombre n'était pas marié et désirait l'être. On employa pour y parvenir un moyen assez singulier. Dans les expéditions contre les indigènes, on exigea des tribus vaincues la livraison de femmes otages. Ces femmes furent envoyées à Bourail pour être mariées avec des forçats. Un changement de gouvernement empêcha cette mesure d'avoir son exécution : les femmes furent rendues à leurs tribus. Mais on avait en même temps autorisé les liaisons des forçats avec les femmes indigènes. Ces liaisons étaient même encouragées par l'administration locale, qui, dans ce cas, délivrait double ration de vivres au forçat, pour qu'il pût nourrir sa compagne. Plus tard, on y envoya des filles des maisons centrales.

Pendant ce temps, les travaux de défrichement marchaient, mais lentement : on ne savait quelle culture devait être la plus profitable. Enfin on s'arrêta à la canne à sucre, qui résiste mieux que toute autre plante aux terribles inondations de ce pays. On fit marché avec un industriel, qui devait construire une usine à sucre pour les forçats concessionnaires.

Les choses en étaient là vers la fin de 1870, lorsqu'un nouveau gouverneur modifia la situation de Bourail. Le marché conclu pour l'érection d'une usine à sucre empêchait qu'on n'abandonnât tout à fait l'entreprise ; il fallut se contenter de la régulariser. Depuis, ce marché a donné de mauvais résultats. Les condamnés concessionnaires, mal conseillés, n'ont su ni planter ni cultiver la canne à sucre ; leurs récoltes ne leur ont rien rapporté, et l'industriel a fait de grandes pertes.

En 1874, Bourail comptait près d'un millier d'habitants, tous forçats ou libérés. Mais quel spectacle ! L'Etat avait été obligé de nourrir et d'habiller pendant quatre, cinq et six ans, la plupart de ces malheureux ainsi que leurs familles, avant qu'ils eussent les moyens de se suffire à eux-mêmes ; des sommes énormes avaient été enfouies pour arriver à un résultat matériel presque nul. On n'avait établi qu'un nombre fort restreint de libérés.

Mais c'est surtout le résultat moral qu'il importe de considérer. Il faut savoir quel a été le fruit de ce système avec lequel on forme une société exclusivement composée de forçats. Ici, il est difficile de décrire. Faire un tableau moral de Bourail est une tâche qui répugne, car on y trouverait toutes les souillures des bas-fonds les plus immondes, qui là s'étalent en plein jour. Je n'insiste pas ; mais a-t-on lieu d'être étonné d'un pareil résultat ? Comment peut-on espérer former quelque chose de bon en ne mélangeant que des éléments mauvais, surtout quand la direction morale manque dès les commencements ? Bourail n'a eu un prêtre qu'en 1870.

Voyons maintenant comment, à côté, grandissait Ouarail, fondé d'après le second principe. Ici malheureusement nous n'aurons point à constater de résultats, nous ne pourrons que les prévoir et étudier de quelle façon ils étaient préparés, M. de la Richerie, enlevé trop tôt au gré des colons par un accident étranger à cette question, n'ayant pu accomplir sa tâche jusqu'au bout.

La vallée de la Foa, plus rapprochée de Nouméa que celle de la Néra, est vaste et fertile ; d'importants gisements de charbon viennent y affleurer. A l'embouchure de la rivière est une rade, où les navires de toute grandeur peuvent braver en paix les tempêtes les plus furieuses. Ce ne fut qu'après une année d'études environ qu'on commença à jeter

les bases de ce grand établissement agricole. Au lieu d'aller s'établir tout d'abord, comme à Bourail, à l'intérieur des terres, sans communications avec le reste de la colonie, on s'établit au bord de la mer, où furent créés l'église, la maison du commandant territorial, celles des différents fonctionnaires, les magasins généraux, les casernes, le quai de déchargement, le camp des forçats destinés aux travaux publics, etc. De ce point deux routes rayonnèrent, l'une suivant la côte jusqu'à Bourail, l'autre traversant l'île dans sa largeur pour aller aboutir à Canala. Les terrains avoisinant ces routes furent soigneusement levés par les soins du service topographique et divisés en concessions de dix ou vingt hectares. Tous ces travaux préliminaires terminés, on commença à installer les colons. Le Ministère de la marine envoyait à cette époque en Nouvelle-Calédonie de nombreux colons sans ressources, que le gouvernement local se hâtait d'installer dans les concessions d'Ouarail. Mais en 1872 et 1873 ces envois devinrent si fréquents et dépassèrent tant les prévisions, qu'on dut donner aux nouveaux arrivants les concessions destinées aux forçats libérés. Survint un autre contre-temps. Une compagnie industrielle avait amené en Calédonie de nombreux colons, qui, désertant cette compagnie dès les premiers jours, tombèrent à la charge du Gouvernement et furent pour la plupart envoyés à Ouarail. Enfin, malgré tout, les travaux étant poussés avec activité, de nouvelles voies de communication s'ouvrirent, de nouveaux terrains furent allotis. Mais il était dit que cette colonie d'Ouarail, où l'on avait craint d'abord que l'élément forçat ne fût en trop grand nombre, ne devait pas voir un seul condamné libéré propriétaire avant le départ de son fondateur. La déportation était arrivée en Nouvelle-Calédonie, et, d'après les injonctions pressantes du Ministère, qui recommandait d'établir le plus de déportés possible sur la grande terre, toutes les nouvelles concessions furent distribuées à ces derniers. C'était pour Ouarail une mauvaise chance : le déporté est un mauvais colon ; il espère toujours son retour en France ; il se regarde comme un exilé temporaire en Nouvelle-Calédonie, et ne compte point faire souche dans le pays. Avec ces idées-là, on ne fait naturellement rien de sérieux ni de durable. J'ai dit qu'il n'y avait point encore de libérés propriétaires à Ouarail ; j'ai ajouté propriétaires avec intention, car le Gouvernement a pris soin de faire engager des libérés comme ouvriers par la plupart des propriétaires libres : on a pu de la sorte en caser un très-grand nombre.

C'est donc aujourd'hui seulement qu'on va pouvoir commencer à donner des concessions aux forçats qui arrivent à la veille de leur libération. Que se passera-t-il alors dans cette société composée d'éléments si divers ? L'élément mauvais l'emportera-t-il sur le bon, et ver-

ra-t-on se fonder un nouveau Bourail? Nous ne le pensons pas. Ne parlons pas du déporté : il n'est qu'un accident dans la colonisation d'Ouarail ; considérons seulement le forçat en face de l'homme libre. La morale de la fable qui nous représente une orange mauvaise gâtant les bonnes oranges, n'est heureusement pas toujours vraie ; si elle l'était, il y a longtemps que le monde entier serait gangrené. Le forçat placé en face de l'homme libre cherche à lui faire oublier son origine, à prouver qu'il n'est pas aussi mauvais ni aussi coupable qu'une société injuste, selon lui, a bien voulu le déclarer, et tous ses efforts tendent à l'élever au niveau des autres en faisant oublier son passé. Un fait matériel bien curieux vient à l'appui de cette opinion. A Bourail, le forçat, après sa libération, ne se donne même pas la peine de se dépouiller de son costume du bagne ; il continue à s'en revêtir : peu lui importe ; tout le monde sait d'où il sort, et, comme tous ceux qu'il rencontre sont dans le même cas, il n'a point à rougir. Voyons, au contraire, le forçat libéré dans tout autre endroit de la colonie. Le jour de sa libération, il rejette au loin l'uniforme du déshonneur ; il revêt au plus vite de nouveaux habits qu'il a fait préparer à l'avance. Sa barbe, qu'il laisse pousser depuis huit jours, lui permet de montrer une moustache naissante. Le jour de sa libération, c'est au physique un homme nouveau. Eh bien, il en sera bientôt de même au moral.

Du reste, si l'expérience des heureux résultats qu'on peut obtenir par ce système n'est pas encore faite en Nouvelle-Calédonie, traversons cinq cents lieues de mer et considérons l'Australie. Comment les Anglais l'ont-ils colonisée? En appelant simultanément la colonisation libre et la colonisation pénitentiaire et en les fondant ensemble. L'Australie a absorbé pendant quatre-vingts ans tout ce que l'Angleterre a produit de criminels, et aujourd'hui ce pays est beau, grand et riche. N'est-ce pas là un immense résultat ? Et qu'est-ce que c'est que cette société australienne ? C'est une société aussi morale et aussi fière que n'importe quelle autre ; et si parfois elle consent à se souvenir de sa tache originelle, c'est pour montrer quelques-uns de ces fils de forçats arrivés à la tête d'une grande cité, et elle ajoute : « Souvenez-vous de ce qu'étaient les pères, et voyez ce que nous avons fait des enfants ! »

Devons nous espérer d'aussi beaux résultats en Nouvelle-Calédonie ? Il est malheureusement permis d'en douter. Un changement considérable s'est produit vers la fin de 1874 ; l'esprit qui préside aux destinées de la colonie n'est plus le même; Ouarail ne sera probablement pas continué. Mais, ce qui est plus grave, c'est que maintenant, au lieu de chercher et attirer le colon libre, au lieu de lui ouvrir à deux battants les portes du pays, on l'en éloigne systématiquement ; on le soumet à des lois d'une rigueur exceptionnelle; on le considère comme un acces-

soire gênant d'une colonisation qu'on veut rendre exclusivement pénitentiaire. Au lieu d'établir des institutions et des règles qui permettent de fonder une société nouvelle, dans laquelle le condamné libéré serait soumis aux lois ordinaires des gens libres, on veut fonder une colonie dans laquelle l'homme libre serait soumis aux lois et règlements des pénitenciers. On renverse l'ordre logique des choses ; en d'autres termes, on veut transformer entièrement ce beau pays en un vaste pénitencier.

Les résultats ne se feront point attendre. Le trouble profond que l'inauguration de ce nouveau système a immédiatement amené, se continuera jusqu'à ce qu'enfin tous les yeux s'ouvrent à la lumière. Espérons que ce moment n'arrivera pas assez tard pour que le mal produit soit irréparable, et qu'il ne nous sera pas donné de voir échouer la plus belle de nos colonies en face de l'Australie, qu'il eût suffi d'imiter pour obtenir des résultats aussi brillants que solides.

M. PHILIPPE

Ingénieur des Ponts et Chaussées.

SUR LE MONOPOLE DES TABACS

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 25 août 1875. —

M. PHILIPPE résume une étude fort ingénieuse sur le monopole des tabacs. M. Philippe s'est fait l'apologiste de ce monopole, qui ne lui semble point contraire aux lois économiques. Non qu'il soit, en principe, partisan d'aucun monopole; mais certains monopoles sont justifiables à ses yeux par l'élévation de prix qui, même en l'absence du monopole, résulte de la multiplicité des intermédiaires. Le rôle de ces derniers est légitime et même indispensable; le rapport direct du producteur avec le consommateur est impossible, et ce que ce dernier gagnerait par l'abaissement du prix de la marchandise prise à son origine, il le perd par les charges que la commission prélevée par les intermédiaires vient y ajouter. Si bien qu'à considérer ce qui se passe en France et dans les pays étrangers, on voit que, là où le tabac est à meilleur marché que chez nous, il est de qualité très-inférieure, et souvent même falsifié, et que partout où il est de bonne qualité, son prix est aussi élevé qu'en France. D'où M. Philippe conclut qu'il n'y a pas, au point de vue du consommateur intérêt à supprimer le monopole du tabac en France, tandis qu'il y a, au point de vue du trésor, un grand intérêt à le maintenir.

DISCUSSION.

M. ARTHUR MANGIN a répondu, en laissant de côté les nécessités impérieuses mais anormales qui ne permettent de songer, d'ici longtemps, à supprimer aucun

impôt, et se plaçant au point de vue des principes économiques, dont le monopole du tabac est, à ses yeux, quoi qu'en dise M. Philippe, une flagrante violation. Ce monopole a, selon lui, l'inconvénient d'être un impôt de consommation, et ce sont surtout ces impôts qui créent les mauvaises habitudes commerciales dont M. Philippe a parlé. En outre, c'est un impôt arbitraire quant au choix, arbitraire aussi quant au chiffre. Cette taxe a déjà subi des élévations successives; rien ne dit qu'elle ne s'accroîtra pas encore : il n'y a point de limite, point de règle; c'est l'arbitraire à sa plus haute puissance. Que le nombre des intermédiaires augmente naturellement le prix d'un produit, cela est vrai; mais ce n'est pas une raison pour que l'Etat se fasse le fabricant et le vendeur de ce produit à un prix absolument fictif, et qu'il emploie à le préparer des ingénieurs sortis de l'Ecole polytechnique et chèrement payés.

M. Arthur Mangin réfute aussi les arguments par lesquels les apologistes du monopole du tabac ont prétendu le justifier en alléguant des motifs d'hygiène et de morale publique.

M. Charles Limousin, tout en reconnaissant ce qu'il y a de juste dans la remarque de M. Philippe, relative à l'élévation de prix résultant de la multiplicité des intermédiaires, ajoute cependant qu'elle pourrait être invoquée aussi en faveur du monopole de plusieurs produits autres que le tabac, et qu'à ce compte on finirait par mettre aux mains de l'État les branches d'industrie et de commerce qui ont le plus d'importance.

M. LAURIOL

Adjoint au Maire de Nantes.

LA MARINE MARCHANDE

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 25 août 1875. —

M. Lauriol appelle l'attention de la section sur la situation de la marine marchande en France. Il montre combien cette question a été généralement peu comprise en France; on n'a même pas consulté les armateurs de Nantes lors de l'enquête de 1873. Il insiste sur le mal que cause au pays l'institution de l'inscription maritime.

M. Renaud fait observer que, récemment, la commission de géographie commerciale a agité la question d'une nouvelle enquête sur cette matière. Elle a préféré charger une commission spéciale de résumer les travaux faits à cet égard et il serait à désirer que Nantes voulût bien lui adresser, à son siége, à la société de géographie, à Paris, les renseignements que l'on croirait utile à faire connaître. M. Levasseur appuie cette proposition.

M. CARÈME

Ingénieur civil, ancien élève de l'École Polytechnique.

DU ROLE DU CAPITAL-ACTIONS DANS LES COMPAGNIES D'ASSURANCES SUR LA VIE, ET DES CONDITIONS DE LA MUTUALITÉ A PRIMES FIXES EN ANGLETERRE, EN ALLEMAGNE ET EN AMÉRIQUE

— Séance du 25 août 1875. —

Beaucoup d'économistes se sont demandé pourquoi en France, dans un pays qui ne le cède à aucun autre pour l'économie et la prévoyance, l'assurance sur la vie pénètre si difficilement dans les mœurs, lorsqu'en Allemagne, en Angleterre et en Amérique, cette institution est devenue si populaire ; ainsi, tandis qu'en France on compte 1 assuré sur 360 habitants, on en compte en Allemagne 1 sur 129, en Angleterre 1 sur 48, aux États-Unis 1 sur 34.

Sans méconnaître la part que l'on peut faire, dans cet état d'infériorité, à certains préjugés, à des essais malheureux tentés par des sociétés tontinières, véritables bureaux de loterie, n'ayant rien de commun avec l'assurance, nous pensons qu'il faut en faire remonter surtout la cause à la forme même sous laquelle sont constituées toutes nos compagnies, sociétés anonymes, ou, tout au moins, au rôle que l'on fait jouer à leur capital-actions.

Tout le monde sait que les compagnies d'assurances sur la vie, en France, donnent en général à leurs actionnaires des dividendes assez élevés, et répartissent par contre à leurs assurés des bénéfices médiocres. Toute la question se réduit à examiner si la rémunération accordée au capital-actions est ou non exagérée, si même il ne serait pas possible de s'affranchir de la tutelle fort coûteuse de celui-ci, qui, le plus souvent, n'est versé qu'en partie, quelquefois même pas du tout.

A cette dernière question l'expérience a répondu de la façon la plus nette. En Angleterre, 22 compagnies sur 70 fonctionnent sans capital social, et la plupart d'entre elles y tiennent les premiers rangs : qu'il nous suffise de citer la *Scottish Widows' Fund,* société d'un renom universel ; l'*Équitable de Londres,* de laquelle M. de Courcy, administrateur de la compagnie française d'assurances générales, dit dans son livre intitulé *Des Assurances sur la vie en Angleterre et en France:* « Le succès de cette compagnie a été si merveilleux, que je ne pense pas qu'aucune institution financière, dans le monde entier, mérite de lui être comparée..... »

L'Allemagne a recueilli les mêmes bienfaits de ce système.

Quant aux États-Unis, où les compagnies sont placées sous le contrôle effectif du gouvernement, qui a institué dans chaque État un département spécial des assurances, le titre le plus sympathique au public est celui de « Purely mutual Society ». Dans l'État de Massachussets, l'un des plus instruits de l'Union, la législature n'autorise la fondation de nouvelles compagnies qu'à la condition que le capital se contente de l'intérêt légal pour tout bénéfice ; en Louisiane, il n'y a que des compagnies mutuelles.

C'est qu'en effet un capital-actions ne peut être utile qu'au début de l'entreprise, à parer aux frais de premier établissement, et aussi longtemps que le nombre des assurés n'est pas assez grand pour garantir une mortalité régulière.

Le calcul de la *prime* à payer par l'assuré est établi par des formules mathématiques, dont les éléments sont donnés par une loi de mortalité, fruit de longues observations faites dans les pays civilisés ; de telle sorte que la somme des primes à encaisser annuellement par la compagnie, augmentée de leurs intérêts composés à un taux convenu, représente précisément le total des capitaux que la compagnie devra payer aux décès successifs des assurés ou aux échéances fixées (1).

La précision des résultats augmente avec le nombre des assurés, et l'on peut dire que sur mille opérations on ne se trompe pas d'*un demi pour cent*, pour peu qu'on ait soin de choisir et de diviser convenablement ses risques.

Si donc la compagnie se sert d'une table de la mortalité générale, qui est plus meurtrière que celle des assurés, puisque ces derniers représente des têtes choisies, et qu'en outre elle calcule les valeurs actuelles

(1) Ainsi, par exemple, quelle prime annuelle devra-t-on demander pour assurer 100 fr, au décès d'une personne de 40 ans?

D'après la table de mortalité, sur un nombre v_{40} de vivants à cet âge, il en meurt m_{41} la première année, m_{42} la deuxième année.....; il en survit v_{41}, v_{42} .....

L'intérêt annuel de 1 franc étant représenté par r, et la prime annuelle inconnue par p, la somme des valeurs actuelles des primes à encaisser sera

$$p\left(v_{40} + \frac{v_{41}}{1+r} + \frac{v_{42}}{(1+r)^2} + \cdots\right);$$

la somme des capitaux à payer aux décès successifs, en supposant les règlements faits en fin d'année, aura de même pour valeur actuelle

$$100\left(\frac{m_{41}}{1+r} + \frac{m_{42}}{(1+r)^2} + \cdots\right).$$

Ces deux sommes devant être égales, on en conclut :

$$p = 100.\ \frac{\frac{m_{41}}{1+r} + \frac{m_{42}}{(1+r)^2} + \cdots}{v_{40} + \frac{v_{41}}{1+r} + \frac{v_{42}}{(1+r)^2} + \cdots}$$

des primes à recevoir à un taux assez inférieur à celui auquel elle peut raisonnablement prétendre pouvoir placer ses capitaux, la valeur qui résultera de ce calcul pour la prime se trouvera assez *surchargée* pour faire face non-seulement aux échéances prévues, mais encore aux frais généraux ; il en résultera forcément un *surplus,* qui est précisément la source des bénéfices de la compagnie.

Or, ce sont les assurés qui fournissent ce surplus ; c'est donc à eux seuls qu'en devrait revenir légitimement tout le bénéfice.

M. A. de Montluc, avocat à la Cour de Paris, dans un ouvrage remarquable, couronné en 1868 (1) par la Faculté de droit de Paris (*concours de doctorat, première médaille d'or*), s'exprime ainsi : « Je ne comprends pas que ce système (mutualité à primes fixes) n'ait pas trouvé parmi nous plus de prosélytes. Le plus clair pour moi, c'est que, une compagnie mutuelle bien gérée et munie de sages statuts ne présentant pas moins de solidité qu'une compagnie par actionnaires, toute la différence se résume en ce que, dans la première, tout le surplus des primes revient aux sociétaires seuls, tandis que, dans la seconde, il se divise entre eux et les actionnaires. »

Il est facile, sans entrer dans aucun détail de calcul, de se faire une idée assez nette de l'accroissement progressif de la *valeur* d'un contrat d'assurance sur la vie ; c'est ce que nous appellerons sa *réserve ;* c'est la portion des primes versées jusqu'à l'époque considérée, qui est jugée nécessaire pour faire face au risque en cours ; ou, si l'on veut encore, c'est la soulte qu'une compagnie qui cèderait son portefeuille à une autre ayant les mêmes tarifs aurait à payer à la compagnie cessionnaire pour la placer dans la même situation relativement à ce risque.

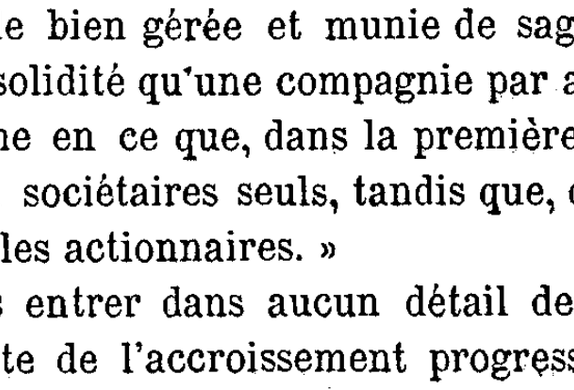


Fig. 109.

Portons sur une ligne horizontale des longueurs égales entre elles, AD DG..., représentant chacune l'intervalle d'une année, et, sur des verticales correspondantes, les primes et les réserves.

(1) Depuis cette époque, une des plus importantes compagnies mutuelles à primes fixes des États-Unis, *la New-York*, a étendu ses opérations à la France, où elle possède une succursale.

Au début, la première prime AC peut se décomposer en deux parties : BC, qui est la somme suffisante pour couvrir le risque de décès pendant la première année, et AB, qui est un surplus sur lequel on paiera les premiers frais. — Ce qui reste de ce surplus, augmenté de son intérêt annuel, devra fournir la réserve DE afférente au contrat à la fin de la première année.

Cette réserve, augmentée de la prime EF (égale à AC), payée au commencement de la seconde année, forme le *crédit* DF de l'assuré à cette époque.

Une partie de cette somme servira à payer les échéances provenant des autres contrats pour la seconde année ; l'excédant, diminué des frais, est porté au fonds de réserve, qui, augmenté de ses intérêts pendant une nouvelle année, devient GH au commencement de la troisième année. — Cette somme, accrue de la prime annuelle HI, forme le *crédit* de l'assuré à cette époque, et ainsi de suite.

La différence entre le *crédit* au commencement de l'année considérée, DF par exemple, augmenté de son intérêt annuel, et la *réserve* GH, qui *doit être constituée* à la fin de cette année, et que l'on calcule *à priori*, fournira la portion des frais incombant à l'assuré dans le cours de l'année (*coût de l'assurance* et *frais généraux*), l'excédant sera le *bénéfice* de l'assuré pour cette période.

Le *bénéfice* doit ainsi aller en augmentant avec l'ancienneté du contrat, mais non point proportionnellement à l'ensemble des primes versées. Cette dernière façon d'envisager la répartition des bénéfices, préconisée par le Comité des compagnies françaises, les a entraînées aux plus graves mécomptes, au point de les obliger à corriger *arbitrairement, à posteriori,* les résultats obtenus qui eussent favorisé au delà de toute mesure les contrats anciens au détriment des nouveaux ; tout aussi vicieux, mais en sens inverse, est le système annoncé par une compagnie récemment fondée, qui se propose d'attribuer un bénéfice annuel proportionnel à la prime, sans s'inquiéter de l'ancienneté du contrat.

Avec les principes que nous avons essayé d'esquisser, principes qui ne laissent place à aucun arbitraire et permettent un contrôle à chaque intéressé, il n'est pas étonnant qu'aux États-Unis l'assurance sur la vie soit considérée, indépendamment de toute question de sentiment, comme *le placement le plus sûr* et en même temps *un des plus lucratifs* que chacun puisse faire de ses épargnes.

M. J. MANÈS

Ingénieur civil, ancien Élève de l'École centrale des Arts et Manufactures, Directeur de l'École supérieure de commerce et d'industrie de Bordeaux.

NOTE SUR L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE COMMERCE ET D'INDUSTRIE DE BORDEAUX

— Séance du 25 août 1875. —

Dans l'une des séances du Congrès de Lille, vous avez entendu une intéressante communication de M. Masquelez, sur l'Institut industriel, agronomique et commercial du nord de la France; je me propose aujourd'hui de vous faire connaître un établissement du même genre, fondé l'année dernière à Bordeaux, sous le titre d'École supérieure de commerce et d'industrie, et de vous donner quelques détails sur son organisation et son fonctionnement.

J'insisterai peu sur l'utilité de ces institutions, les succès déjà obtenus par celles qui existent déjà depuis longtemps, soit en France, soit à l'étranger, et l'empressement avec lequel le public a souscrit, dans ces dernières années, des capitaux considérables pour en créer de nouvelles dans plusieurs de nos grandes villes, prouvent qu'elles répondent à un besoin généralement reconnu.

L'enseignement commercial, qui a été trop longtemps négligé en France, est aujourd'hui une nécessité de notre temps et un besoin indispensable pour notre commerce, s'il veut soutenir la concurrence des autres nations et se relever de l'état d'infériorité dans lequel il se trouve, vis-à-vis des peuples voisins, au point de vue de sa représentation à l'étranger. Cette infériorité, constatée par les statistiques les plus récentes, est certainement due en grande partie au manque d'instruction spéciale. Déjà depuis longtemps la Belgique, la Suisse, l'Allemagne, ont donné un vaste développement à l'enseignement commercial dans leurs athénées, gymnases ou écoles réelles, et l'Angleterre n'est restée en arrière de ce mouvement que parce qu'elle peut, plus que toute autre nation, se passer d'écoles spéciales pour cet objet, les jeunes gens y trouvant toujours des parents ou amis disposés à les recevoir dans leurs bureaux et à faciliter leur apprentissage. En France, au contraire, pendant que les jeunes gens qui aspiraient à être avocats, médecins, ingénieurs, architectes, etc..., trouvaient de tous côtés, en sortant du lycée, des écoles spéciales, où ils pouvaient acquérir une instruction complémentaire en rapport avec la profession qu'ils voulaient embrasser; ceux qui désiraient se livrer au commerce en étaient

encore réduits, il y a quelques années, à acquérir par la seule routine, un certain nombre de connaissances spéciales dont l'ensemble ne suffit plus aujourd'hui. Il y avait donc là, dans notre enseignement public, une lacune que tendent heureusement à faire disparaître les efforts faits dans ces dernières années en faveur de l'instruction commerciale.

L'enseignement industriel est également une nécessité de notre époque. Bien qu'il ait été moins négligé dans notre pays que l'enseignement commercial, il a également besoin d'y être largement développé. S'il existe déjà en France assez d'établissements supérieurs, tels que l'École centrale de Paris et autres écoles spéciales pour l'instruction des officiers dont a besoin notre armée industrielle, il n'en est pas ainsi des établissements destinés à en former les sous-officiers et les soldats. Multiplier ces derniers est donc une obligation qui s'impose à nous, si nous voulons conserver à notre patrie le rang qu'elle a occupé jusqu'à ce jour parmi les nations industrielles. Aussi avons-nous assisté, depuis quelques années, à de nombreux efforts pour le développement de l'instruction industrielle.

Dans plusieurs de nos grandes villes, ces efforts, en faveur des deux enseignements, ont amené la création d'un certain nombre d'établissements importants. Nous n'avions en France, il y a peu d'années, d'autres écoles supérieures de commerce que celle de Paris, fondée en 1820, et celle de Mulhouse, fondée en 1866, et abstraction faite des écoles nationales des arts et métiers, d'autres écoles industrielles que quelques écoles professionnelles, telles que l'école La Martinière, de Lyon, fondée en 1831 ; l'école supérieure municipale de Nantes, en 1834 ; l'institution Notre-Dame, de la même ville, fondée en 1846 ; l'École professionnelle de Mulhouse, fondée en 1854, et l'École centrale lyonnaise, fondée en 1857. Nous y comptions de plus, en 1873 :

Pour l'enseignement commercial, l'École supérieure de commerce du Havre, fondée en 1871, et celles de Marseille et de Lyon, fondées en 1872 ;

Pour l'enseignement industriel : de nombreuses écoles professionnelles, telles que celles d'Amiens, Douai, Montvillier, etc..., et deux écoles d'apprentissage, celle du Havre, fondée en 1867, et celle de Paris, fondée en 1870 ;

Enfin, pour les deux enseignements réunis : l'École supérieure de commerce et d'industrie de Rouen, fondée en 1871, et l'institut industriel, agronomique et commercial, fondé en 1872, et que vous avez pu visiter en détail pendant votre séjour à Lille.

Malgré leur utilité, tous ces établissements étaient trop éloignés des départements du sud-ouest pour que la ville de Bordeaux, dont le commerce est universel et l'industrie en voie de développement, ne

songeât pas, elle aussi, à fonder une école supérieure de commerce et d'industrie. La nécessité de créer de nouvelles écoles de ce genre est d'ailleurs amplement démontrée par les chiffres donnés par M. Levasseur dans une des dernières réunions du comité des bourses, destiné à développer l'enseignement commercial en France. Plus de 450,000 jeunes gens embrassent dans notre pays la carrière du commerce ou celle de l'industrie, et les établissements d'instruction, publics et privés réunis, en reçoivent à peine 45,000.

Plusieurs groupes de négociants cherchaient donc à se réunir pour fonder à Bordeaux une école de hautes études commerciales, lorsque la Chambre de Commerce, qui se préoccupait de la même idée, et le Conseil municipal, qui songeait à la création d'une école d'arts et métiers régionale, résolurent, à la suite d'une heureuse intervention de la Société philomathique, qui facilita leur entente, de réunir leurs forces et leurs ressources pour la création d'un établissement dont l'enseignement serait à la fois commercial et industriel, mais dans lequel les deux branches seraient distinctes, comme dans les écoles de Lille et de Rouen. Une commission, qui eut l'honneur de compter dans son sein le maire de Bordeaux, le président de la Chambre de Commerce et le président de la Société philomathique, fut désignée pour étudier la double création projetée et aviser aux moyens d'exécution. Elle était composée de cinq délégués du Conseil municipal, de cinq délégués de la Chambre de Commerce et de cinq délégués de la Société philomathique, auxquels fut adjoint plus tard un délégué du Conseil général du département. Cette Commission se mit aussitôt à l'œuvre, et, grâce au concours empressé de tous, elle put après quelques séances arrêter les bases d'un programme d'organisation qu'elle soumit au Conseil général de la Gironde, ainsi qu'aux trois corps représentés dans la Commission, en leur demandant de voter les subventions annuelles nécessaires au fonctionnement de l'École pendant les premières années. Aussitôt après le vote de ces subventions, dont le chiffre atteignit 55,000 fr., la Commission d'organisation, qui venait de m'honorer de son choix pour la direction de la nouvelle école, me confia la mission d'aller étudier le fonctionnement des différentes écoles similaires de France et de Belgique; puis, après avoir entendu la lecture du rapport que je lui ai présenté à la suite d'un voyage de six semaines, pendant lequel j'ai eu l'occasion de conférer avec les hommes les plus compétents et dont l'opinion fait autorité en matière d'instruction professionnelle, elle arrêta définitivement les programmes et plans d'études de notre École supérieure, en confia l'administration à la Société philomathique, et fixa la date de l'ouverture des cours au 3 novembre 1874.

L'école supérieure de commerce et d'industrie de Bordeaux est

aujourd'hui installée dans le magnifique local que l'Association française a inauguré en l'honorant de sa présence lors de sa première session, et dont la construction n'a pas coûté moins de 500,000 francs. La municipalité ne s'est d'ailleurs pas contentée de mettre ce local à la disposition de l'Ecole, des travaux d'appropriation et tout un mobilier scolaire étaient nécessaires ; elle a bien voulu contribuer à cette nouvelle dépense pour une somme de 54,000 fr. Dirigés par l'habile architecte de l'établissement, M. Grelet aîné, ces travaux sont en voie d'achèvement et bientôt l'Ecole sera pourvue d'une remarquable installation.

L'École n'admet que des élèves externes, et ne les prend, à de rares exceptions près, qu'à l'âge de 15 ans révolus et après leur avoir fait subir, sauf aux bacheliers et aux diplômés de l'enseignement spécial, un examen portant sur les matières ci-après : langue française, géographie, arithmétique, éléments de géométrie, de physique et de chimie ; éléments d'une langue vivante et de dessin linéaire.

La durée des études est de deux années et la rétribution scolaire de 200 fr. par an. Il suffit de comparer ce prix d'enseignement avec celui qui est exigé dans d'autres écoles semblables (1) (600 et même 800 fr. par an), pour reconnaître les avantages dus à la participation du Conseil général du département, à celle de la ville et de la Chambre de Commerce de Bordeaux, à celle enfin de la Société philomathique. Indépendamment des bourses que ces différents corps se sont réservé d'accorder, plusieurs bourses ont été fondées soit par l'État, soit par quelques conseils généraux ou conseils municipaux de la région.

L'école comprend deux divisions distinctes : une division commerciale et une division industrielle.

Dans la division commerciale, on se propose de former des jeunes gens qui dès leur sortie de l'école seront de bons commis et posséderont une instruction spéciale assez complète pour diriger plus tard les plus importantes maisons ; et dans la division industrielle, de former des élèves qui ne tarderont pas à être de bons ouvriers et d'habiles contre-maîtres et posséderont une intruction scientifique suffisante pour devenir plus tard des chefs d'industrie.

L'enseignement de la division commerciale a été distribué de façon, non-seulement à initier les jeunes gens à toutes les opérations d'un bureau commercial, en les exerçant à faire entre eux des affaires simulées, mais encore à leur faire étudier les usages et la langue des différents pays avec lesquels ils seront appelés à être en relations, les productions de ces pays tant au point de vue de leur origine, valeur,

(1) L'école de Lille, subventionnée par l'État, le département et la ville, ne fait payer aux élèves qu'une rétribution scolaire de 300 francs.

etc....., qu'au point de vue de leur conditionnement, causes d'altérations, modes de conservation, etc...; les centres de production et de consommation, les voies de communication par terre, par eau, par télégraphe, etc... à leur donner en un mot, aujourd'hui que la vapeur et l'électricité ont élargi le domaine du commerce, les connaissances de toutes sortes devenues indispensables à ceux qui aspirent à diriger de grandes affaires. Cet enseignement comprend : la calligraphie, les langues vivantes (allemand, anglais et espagnol) la langue française, l'arithmétique et le calcul mental, la géographie commerciale et industrielle ; la physique, la chimie, l'économie politique, la connaissance et l'analyse chimique des marchandises ; le droit commercial et maritime ; l'histoire des développements du commerce et la statistique ; les armements et enfin le bureau commercial où l'élève s'initie à la pratique du commerce et met en application toutes ses études.

L'enseignement industriel a été réglé de façon à donner aux élèves toutes les notions théoriques dont ils trouveront l'application journalière dans l'exercice de leur profession, et à leur en montrer les applications immédiates ; à leur faire étudier le travail et le fonctionnement des machines et de leurs divers organes, les qualités et les défauts des différents matériaux, leur résistance et leur emploi dans les constructions ; les procédés de fabrication des divers produits industriels, la composition et les usages de ces produits, etc., etc....; à leur donner, en un mot, toutes les connaissances usuelles en rapport avec les progrès actuels de l'industrie. Cet enseignement comprend : les langues vivantes (allemand, anglais et espagnol), la langue française ; le dessin ; la comptabilité, la géographie commerciale et industrielle, les mathématiques (arithmétique, géométrie, arpentage et nivellement, trigonométrie, algèbre et analyse géométrique), la géométrie descriptive ; la mécanique ; la construction des machines, la physique et la chimie générales, la physique industrielle, la chimie industrielle et la métallurgie ; l'architecture et les travaux publics ; les mines, chemins de fer et navires ; la coupe des pierres, bois et fer ; l'économie politique et la législation industrielle.

Dans chacune des divisions, l'enseignement est complété par des manipulations, excursions, visites aux principaux établissements commerciaux ou industriels, travaux de comptoir ou d'atelier, etc... L'École supérieure de Bordeaux donne, en un mot, à ses élèves, tous les principes généraux des diverses sciences applicables, soit au commerce, soit à l'industrie, *en s'attachant surtout à en développer le côté véritablement pratique.* Pour faciliter cet enseignement, elle renferme, indépendamment des cabinets de physique et de chimie et du matériel scientifique nécessaire, un musée de matières premières et produits

fabriqués, une salle de machines, dans laquelle fonctionneront à la rentrée prochaine une machine à vapeur et les principales machines-outils ; et enfin une bibliothèque, qui s'enrichit chaque jour, grâce à des dons particuliers.

A la fin de la deuxième année, les élèves qui auront subi un examen satisfaisant sur toutes les matières de l'enseignement, recevront des diplômes de capacité. Le Conseil général du département, la ville et la Chambre de Commerce de Bordeaux, ainsi que la société philomathique, les prendront en outre sous leur patronage pour leur faire obtenir un emploi en France ou à l'étranger. A cet effet, il sera tenu à la disposition du public, au secrétariat de ces différents corps, à partir du mois de septembre 1876, des registres sur lesquels figureront les noms des jeunes gens ayant obtenu un diplôme de capacité délivré par l'École et la nature de l'emploi que chacun d'eux désirerait obtenir.

Le personnel de l'École se compose de 26 personnes. Le nombre des professeurs est de 17. Les surveillants, comptable, préparateurs, chefs ouvriers et autres auxiliaires sont au nombre de 9. Rien n'a été négligé pour attacher à l'établissement les professeurs les plus distingués. Le corps enseignant comprend : deux professeurs de la faculté de droit de Bordeaux, un économiste distingué, d'anciens professeurs des écoles supérieures de commerce de Mulhouse, de Lyon et de Marseille, des professeurs du Lycée et de la Société philomathique ; enfin des ingénieurs ayant fait leurs preuves dans l'industrie ou dans les grandes compagnies de chemins de fer.

Avec de tels éléments, l'École supérieure de Bordeaux est appelée à réussir, comme ses aînées des autres villes ; elle a débuté, probablement à cause du prix peu élevé de son enseignement et de son éloignement des autres écoles, avec un chiffre d'élèves supérieur à celui qu'ont eu à l'origine la plupart d'entre elles et tout fait espérer une rentrée importante en octobre prochain. La marche des études pendant l'année scolaire écoulée a été aussi satisfaisante que possible pour une première année, et sur les 33 élèves, admis à l'ouverture des cours, 25 ont été jugés aptes à suivre l'enseignement de la deuxième année. Parmi eux, nous avons eu le plaisir de compter plusieurs très-bons élèves, et leur nombre augmentera certainement dans les effectifs suivants, lorsque le niveau des examens d'admission pourra être plus élevé.

J'ajouterai en terminant que la chambre de commerce de Bordeaux ne se contente pas de prendre nos jeunes gens sous son patronage ; elle veut plus encore. Dans sa réponse au questionnaire de la commission parlementaire pour le développement du commerce extérieur, elle a présenté, sous forme de vœux, deux propositions qui ne peuvent être passées sous silence.

« Pour atteindre plus facilement le but que poursuivent les écoles supérieures de commerce et d'industrie, elle désirerait que l'Etat accordât aux jeunes gens munis du diplôme de ces écoles, le titre d'élève consul, comme le fait le gouvernement belge, et qu'il les admît dans les chancelleries en attendant que se présente pour eux l'occasion d'un emploi dans une maison de commerce.

» En second lieu, elle voudrait qu'un navire de l'Etat allât chaque année visiter les principales stations commerciales du monde pour remplir une mission scientifique et commerciale.

» Un nombre de savants déterminé par le ministre, avec désignation par l'académie des sciences, s'y embarquerait aux frais de l'Etat. On recevrait à bord du même navire, moyennant le remboursement des frais de nourriture, les jeunes gens munis du diplôme de capacité d'une école supérieure, qui manifesteraient le désir de visiter les pays étrangers, soit pour compléter leur instruction, soit pour s'y établir. Ces jeunes gens seraient placés sous la direction d'un professeur qui connaîtrait la géographie commerciale et minérale des pays compris dans l'itinéraire à parcourir. Ce professeur aurait la mission de réunir des collections et échantillons de toutes sortes, accompagnés de renseignements explicatifs, dont, au retour du voyage, le ministre fixerait la répartition entre les musées nationaux et les écoles supérieures françaises.

» On imposerait aux jeunes gens qui feraient partie de l'expédition scientifique et commerciale annuelle, la condition de rédiger un rapport sur la production et la consommation des pays visités ; l'original de ce rapport serait adressé au ministre compétent, et la copie au directeur de l'école à laquelle appartiendrait le rédacteur. Il serait désirable que ces rapports, signés de leurs auteurs, fussent publiés par les soins de chaque école dans un organe de publicité tel que *l'Economiste français*.

» Le but éminemment national qui serait poursuivi par cette expédition justifierait pleinement, à tous les points de vue, le sacrifice demandé à l'Etat, sacrifice qui pourrait d'ailleurs ne pas augmenter le budget de la marine, car il suffirait de détacher chaque année un navire armé de l'une de nos divisions navales lointaines, et notre prestige, bien loin d'être amoindri, gagnerait en étendue par le rayonnement de notre commerce maritime, car désormais nous n'en laisserions plus le monopole aux Anglais, aux Allemands, aux Suisses et aux Italiens. »

Toutes les écoles supérieures de France s'associent certainement à ces vœux, mais pour en hâter la réalisation, il est nécessaire de les signaler à tous ceux qui peuvent les faire entendre. J'aurai contribué à atteindre ce but en les signalant à l'attention de l'Association fran-

çaise, qui renferme dans son sein tant d'hommes dévoués à la science et au progrès.

La chambre de commerce de Bordeaux ne se borne pas, d'ailleurs, à des vœux ; en vertu de sa délibération du 7 août 1874, elle accordera, à partir du mois de septembre 1876, à chacun des deux élèves qui obtiendront à l'école supérieure de notre ville les deux premiers numéros de sortie, une bourse de voyage de deux mille francs, pour leur faire effectuer un voyage d'instruction à l'étranger. Il leur sera demandé en échange d'adresser à la Chambre un rapport sur les pays qu'ils auront visités, et de lui envoyer des échantillons pour compléter les collections de l'école.

Je m'arrête, Messieurs, avec l'espoir d'avoir montré à l'Association française, par ces quelques détails, que si l'école supérieure de commerce et d'industrie de Bordeaux est encore la plus jeune des institutions de ce genre, elle n'en est pas moins à la hauteur de ses aînées, grâce au concours généreux et à la sollicitude incessante des corps qui en ont été les fondateurs.

M. DE BAGNAUX

MÉTHODES EN USAGE A L'ÉCOLE MONGE

— Séance du 25 août 1875. —

M. GODART

Directeur de l'École Monge.

MÉTHODES EN USAGE A L'ÉCOLE MONGE

— Séance du 25 août 1875. —

M. LIVET

Directeur de l'École Notre-Dame, à Nantes.

LES MÉTHODES D'ENSEIGNEMENT A L'ÉCOLE NOTRE-DAME (1)

— Séance du 26 août 1875. —

(1) Pour les détails sur cet intéressant établissement, voir ci-après les Comptes Rendus des visites faites pendant le Congrès de Nantes, p. 1364.

M. G. RENAUD

Professeur d'Economie politique, Lauréat de l'Institut, Secrétaire-Adjoint de la Société de Statistique de Paris.

LA LIBERTÉ DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR

— Séance du 26 août 1875. —

M. G. RENAUD

Professeur d'Economie politique, Lauréat de l'Institut, Secrétaire-Adjoint de la Société de Statistique de Paris.

PROJET D'INVENTAIRE INTELLECTUEL

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 26 août 1875. —

M. G. RENAUD expose l'intérêt qui s'attacherait à la réalisation d'un projet de M. Bonnange, relatif à un inventaire intellectuel de la France; il indique les moyens pratiques qui permettraient de mener cette œuvre à bonne fin, et particulièrement le nouveau système de catalogue à fiches mobiles de M. Bonnange.

M. J. LEFORT

Avocat à la Cour d'appel, Lauréat de l'Institut.

LA COLLATION DES GRADES

— Séance du 25 août 1875. —

M. F. PASSY

L'ENSEIGNEMENT DE L'ÉCONOMIE POLITIQUE

EXTRAIT DU PROCÈS-VERBAL

— Séance du 26 août 1875. —

M. PASSY se propose d'appeler l'attention de l'Association sur l'utilité, sur la nécessité de généraliser une innovation à laquelle il lui a été donné de contribuer dans le département de Seine-et-Oise. Le Conseil général dont il est membre, dans sa session d'octobre et novembre 1874, a émis le vœu de voir introduire dans

les Ecoles normales primaires l'enseignement des notions essentielles de la science économique, du droit usuel et de la comptabilité administrative, et a ouvert à cet effet un crédit spécial à son budget de 1875. Les deux premiers cours ont été faits à l'Ecole normale de Versailles, le troisième sera introduit à la rentrée. Déjà plusieurs membres éminents de divers conseils généraux s'occupent de provoquer dans leurs départements l'imitation de ces premiers essais ; et plusieurs journaux ont par avance appuyé leurs efforts. Il est probable qu'à l'époque où se réunira le Congrès la question sera posée, et déjà résolue dans plus d'un chef-lieu.

Il n'est pas permis de douter que le Congrès, en la mettant à son ordre du jour, ne puisse contribuer puissamment à hâter et à généraliser cette importante mesure.

M. E. TRÉLAT

Directeur de l'Ecole centrale d'Architecture.

SUR L'ÉCLAIRAGE DIURNE DES ÉCOLES

PROCÈS-VERBAL

— Séance du 26 août 1875. —

M. TRÉLAT fait observer que les écoles sont généralement éclairées des deux côtés, et cette lumière bilatérale a pour double effet, d'une part, de développer la myopie, parfois même de l'engendrer; de l'autre, d'arrêter le développement de la faculté plastique de l'œil, par suite de la forme vague et indéterminée des objets éclairés de cette manière. Il importe donc de veiller, dans les constructions des nouvelles écoles, à ce que la lumière soit unilatérale; il faudrait aussi, pour bien faire, selon le vœu d'un des membres nantais de l'Association française, couvrir les salles des classes de cartes murales et de tableaux appropriés à l'âge des enfants. Ce sont des questions qui ont leur importance.

M. GERMER-BAILLIÈRE

Membre du Conseil municipal de Paris.

SUR L'UTILISATION DES EAUX D'ÉGOUTS DANS LA PRESQU'ILE DE GENNEVILLIERS

— Séance du 26 août 1875. —

LISTE DES TRAVAUX IMPRIMÉS

QUI ONT ÉTÉ ENVOYÉS AU CONGRÈS DE NANTES ET QUI N'ONT PU FIGURER DANS LES COMPTES RENDUS

ACOLLAS, professeur de droit. — *Manuel de droit civil.* (Paris, Germer-Baillière, 1876. 3 vol. in-8°.) — *La Science du Droit. — L'Anthropologie et le Droit.* (Paris, 1874. Broch. in-8°.)

H. BROCARD, capitaine du génie. — *Sur l'invasion des sauterelles en Algérie.* (Académie des Sciences, août 1874). — *Résumé des observations faites en décembre 1874 sur le réseau météorologique africain.* (Société météorologique de France, 2 février 1875.)

C.-H.-C. GRINWIS, professeur à l'Université d'Utrecht. — *Sur la théorie des résonnateurs.* (Archives néerlandaises, tome VIII). — *Sur la théorie mécanique du son.* (Archives néerlandaises, tome X.)

Mme Hippte MEUNIER. — *Le Docteur au village.* — *Entretien sur la géographie industrielle de la France.*

F. REECH, ancien directeur des constructions navales. — *Théorie des surfaces de révolution qui, par voie de formation, sont superposables les unes aux autres et chacune à elle-même dans toutes ses parties.* (Académie des Sciences, 7 juin 1875.)

Ch. SAINTE-CLAIRE DEVILLE, membre de l'Institut. — *Météorologie du mois de février 1874 à Tougourt.* (Académie des Sciences, 2 mars 1874). — *Le réseau météorologique algérien.* (Académie des Sciences, 27 juillet et 3 août 1874). — *Sur les variations ou inégalités périodiques de la température* (10e note), période du 20e jour duodécuple. (Académie des Sciences, 22 mars 1875.)

Captain George-Lyon TUPMAN, royal marine artillerie. — *Observations of shootings stars in the years 1869, 1870, 1871.* With tow plates. (London, 1874.)

CONFÉRENCES

M. Éd. BUREAU

Professeur au Muséum d'histoire naturelle de Paris.

LES SCIENCES NATURELLES A NANTES

— Conférence du 20 août 1875. —

MESSIEURS,

Si, au milieu de ce concours d'hommes éminents, je n'ai pas décliné l'honneur de prendre la parole et laissé à un plus digne la tâche qui me revient aujourd'hui, c'est qu'il m'a semblé que, comme enfant de cette ville, j'avais une dette de cœur à payer, une obligation à remplir. En choisissant pour sujet l'histoire et l'état présent des sciences naturelles à Nantes, j'avais une occasion unique de rendre hommage à des savants trop modestes, auxquels je serai toujours reconnaissant de m'avoir inspiré le goût de la science et d'avoir guidé mes premiers pas. En indiquant ce qu'offrent de particulier les productions naturelles de la Loire-Inférieure, je pourrai être de quelque utilité aux hommes d'étude qui sont nos hôtes et peut-être même à ceux de nos compatriotes qui, absorbés par des occupations diverses, portent un intérêt sympathique à la science, sans avoir le temps d'en aborder les détails.

L'ordre que je suivrai dans cette revue est celui même des grandes divisions des sciences naturelles. Commençant par le règne inorganique, j'exposerai les travaux qui ont eu pour objet la minéralogie et la géologie de cette partie de la France, et les résultats qu'ils ont donnés. Comme conséquence des diverses perturbations géologiques, je dirai un mot de la géographie physique du pays et de son climat actuel. Passant ensuite au règne organique, je rappellerai les études de zoologie et de botanique qui ont été faites dans la Loire-Inférieure, et j'indiquerai l'état actuel de nos connaissances en ce qui regarde ces deux sciences.

Je terminerai en retraçant rapidement l'histoire des deux établissements qui, dans cette ville, sont consacrés à l'étude des sciences naturelles, et des principaux naturalistes qui y ont attaché leur nom.

A Nantes, comme ailleurs, la minéralogie a été cultivée bien avant la géologie. Le département est extrêmement riche en minéraux, à cause de l'étendue qu'y occupent les terrains cristallins. Dubuisson fut le premier qui recueillit ces minéraux et en fit en quelque sorte l'inventaire. Il était en relations suivies avec Haüy, créateur de la science minéralogique, à qui il communiquait tous les spécimens intéressants. Chose singulière, les substances trouvées par l'ancien directeur du Muséum de Nantes étaient pour la plupart en si petite quantité que Haüy disait : Dans la Loire-Inférieure, la minéralogie est en miniature, et il faut toute la sagacité d'esprit de M. Dubuisson pour y faire autant de découvertes.

En 1830, Dubuisson fit paraître le *Catalogue de la collection minéralogique, géognostique et minéralurgique du département de la Loire-Inférieure*. Cette collection, qui encore aujourd'hui est conservée à part au Muséum de Nantes, ne comprend pas moins de 2,000 échantillons. Elle est classée par arrondissements, cantons et communes. L'ouvrage, qui est accompagné d'une carte minéralogique, est rédigé d'après le même système de classement. C'est, il faut l'avouer, un ordre peu scientifique, et on peut lui reprocher de placer souvent fort loin les uns des autres des échantillons appartenant à un même terrain ou à un même groupe naturel.

Desvaux, frappé de cet inconvénient, publia, à l'époque où il habitait Nantes, une *Minéralogie méthodique du département de la Loire-Inférieure*. Ce travail était basé sur la collection recueillie par Dubuisson, et, en plus, sur les recherches de Desvaux lui-même.

Si nous ajoutons, à ces deux ouvrages d'ensemble, des *Notes sur quelques substances minérales du département de la Loire-Inférieure*, par Tonnellier (*Journ. des Mines*, tome 17, p. 77), et une *Notice minéralogique et géologique sur quelques substances du département de la Loire-Inférieure*, par Bigot de Morogne (*Journ. des Mines*, tome 21, p. 329), nous aurons à peu près la bibliographie complète de la minéralogie de ce département.

Les études géologiques faites sur la Loire-Inférieure sont, comme nous l'avons dit, beaucoup plus récentes.

Durocher, professeur à la faculté des sciences de Rennes, reçut pendant longtemps une subvention du Conseil général, pour dresser la carte géologique du département. Il mourut avant d'avoir pu terminer cette carte, qui ne fut pas publiée. Nous en connaissons trois ou quatre exemplaires manuscrits, dont un à la préfecture et un au Muséum d'histoire naturelle de Nantes.

Quelques années avant la mort de Durocher, Frédéric Cailliaud commença de son côté une carte géologique du département, et, après la mort du savant professeur de Rennes, il reçut à son tour la subvention affectée à ce travail. La ville de Nantes prit aussi sa part des frais nécessités par les recherches.

Plus heureux que Durocher, Cailliaud put achever sa carte et la publier, en 1861, accompagnée d'une notice explicative; mais il n'eut pas le temps de rédiger l'ouvrage dont cette notice n'était que le prélude. A l'appui de son travail, il avait réuni et déposé au Muséum d'histoire naturelle de Nantes 4,000 échantillons de roches et de fossiles de la plus grande beauté.

Voyons maintenant quels ont été les résultats de ces recherches.

Le département de la Loire-Inférieure est constitué par des terrains cristallins

et des terrains de sédiment. Les premiers sont formés principalement de granit, de gneiss et de micaschiste ; ils constituent toute la partie sud du département, dont ils occupent les deux tiers de la surface. Leur limite nord est une ligne dirigée à peu près du S.-E. au N.-O., et passant par Ligné, Nort, Blain et Drefféac. Ces terrains ne sont que la prolongation de la chaîne granitique qui forme la côte sud de la péninsule armoricaine et qu'on appelle *le Sillon de Bretagne*.

Les terrains de sédiment se présentent d'une manière très-différente suivant leur âge.

Les plus anciens, les terrains primaires ou de transition, occupent dans le nord du département le tiers de sa superficie. Ils sont en grandes masses continues, à couches parallèles, qui ont été, à l'époque de l'éruption des granits du Sillon de Bretagne, relevées et plissées de telle sorte qu'elles se présentent aujourd'hui avec une inclinaison voisine de la verticale. Ces terrains sont le terrain silurien et le terrain dévonien.

Le terrain silurien offre, dans la Loire-Inférieure comme dans le reste de la Bretagne, deux étages. L'étage inférieur est formé par des grès blancs, caractérisés, au point de vue paléontologique, par de singuliers fossiles désignés sous le nom de Bilobites et par de grandes Lingules. Ces grès, plus résistants que les roches de l'étage supérieur, forment maintenant les crêtes de longues collines qui courent de l'est à l'ouest et traversent toute cette partie du département.

L'étage supérieur est composé de couches schisteuses, qui prennent, en certains points, le caractère de schistes ardoisiers. On y trouve, comme dans les ardoises de l'Anjou, qui en sont la continuation, un certain nombre d'espèces de Trilobites : *Calymene Tristani, Ogygia Brongniarti*, etc.

Le terrain dévonien, dont le dépôt s'est fait immédiatement après celui du terrain silurien, et qui a été soulevé et redressé par le même phénomène géologique, forme dans la Loire-Inférieure deux bassins très-intéressants.

Celui de Saint-Julien-de-Vouvantes n'offre que l'étage inférieur. Il est presque entièrement composé par un calcaire marbre, dans lequel F. Cailliaud a trouvé, associés avec les fossiles caractéristiques de cet étage, un certain nombre d'espèces appartenant jusqu'ici à la faune troisième silurienne. Cette découverte a été l'objet d'une note publiée par lui dans les *Annales de la Société Académique de la Loire-Inférieure* (1).

L'autre bassin, beaucoup plus étendu, occupe dans le département un vaste triangle, compris entre Nort, Ancenis et Ingrande, et se continue en Maine-et-Loire. Il a été l'objet d'études spéciales par MM. Viquesnel (1843) (2), Wolski (1854) (3), Lorieux (1867) (4), et moi-même (1859 à 1861) (5). Ce bassin se distingue, en effet,

(1) Note sur l'existence de la faune troisième silurienne dans le département de la Loire-Inférieure.

(2) Viquesnel. Note sur le terrain à combustible exploité à Mouzeil et à Montrelais, Loire-Inférieure (*Bull. Soc. géol. de France*, 2e série, tome I, p. 70).

(3) Wolski. Mémoire sur le gisement anthracifère de la Basse-Loire (*Ann. Soc. Acad. de Nantes*, tome XXV, p. 317).

(4) Lorieux. Notice sur le terrain à combustible de la Loire-Inférieure (*Annales des Mines*, 6e sér., tom. II, p. 270).

(5) Éd. Bureau. Note sur l'existence du dévonien supérieur en Bretagne (*Bull. Soc. géol. de*

par deux particularités bien dignes de fixer l'attention : 1° C'est un des rares points de la France où le terrain dévonien existe dans son entier, avec ses trois étages; 2° l'étage supérieur s'y présente avec un caractère exceptionnel : il contient des couches de combustible (anthracite et houille) depuis longtemps exploitées et accompagnées d'empreintes de végétaux fossiles.

La base du bassin dévonien dont nous parlons consiste en une zone de schiste argileux, dans laquelle sont intercalés deux dépôts de calcaire marbre : celui des Brulis, dans lequel on n'a pas encore trouvé de fossiles, appartient très-certainement à l'étage dévonien inférieur, car il fait suite au calcaire de Liré, qui est situé dans le département de Maine-et-Loire, et qui fournit des fossiles caractéristiques de ce niveau, tels que : *Pleurodyctium problematicum, Leptæna depressa,* etc.

Celui de l'Ecochère, situé plus haut que le précédent, offre des fossiles propres à l'étage dévonien moyen, tels que le *Stringocephalus Burtini.*

Au dessus de ce point, les schistes contiennent de nombreuses empreintes de mollusques, appartenant toutes à des bivalves lisses, et quelques impressions végétales. A ce troisième niveau, ils forment très-probablement la base de l'étage dévonien supérieur; car leurs couches alternent un certain nombre de fois avec les premières couches du grès argileux ou grauwacke, qui est la roche fondamentale de l'étage dévonien supérieur.

Dans cette grauwacke, et parallèlement à ses couches, sont intercalés :

1° Le dépôt de calcaire marbre de Cop-choux avec *Terebratula cuboides, Terebratula pugnus,* etc., brachiopodes caractéristiques du calcaire dévonien supérieur de Belgique et du Boulonnais;

2° Des veines de houille, accompagnées de psammite, de schiste charbonneux et de poudingue quartzeux. Ces roches contiennent des végétaux fossiles qui se retrouvent également dans la grauwacke; ce sont : des lycopodiacées, notamment le *Sagenaria Weltheimiana;* des Calamites, entre autres le *Calamites transitionis;* des fougères appartenant presque toutes au genre *Sphenopteris*, et n'offrant que des frondes à très-petites folioles, etc. Cette flore diffère notablement de celle des dépôts appartenant à l'époque houillère, et la comparaison peut être faite sans quitter le département de la Loire-Inférieure, car on y a signalé deux petits bassins houillers : l'un à l'Efféterie, sur les bords du lac de Grand-Lieu, et l'autre à Malabrit, près de Vieillevigne. Les empreintes de fougères trouvées dans ces deux localités sont à larges folioles et appartiennent au genre *Nevropteris.*

Tous ces dépôts de charbons sont des dépôts d'eau douce.

Les couches siluriennes et dévoniennes sont les seules qui, dans la région qui nous occupe, aient été en même temps soulevées et dérangées de leur position horizontale. Aussitôt après l'époque dévonienne, le massif breton sortit des eaux de la mer pour n'y plus rentrer de longtemps.

Les immenses périodes, pendant lesquelles se formèrent les terrains permien, triasique et jurassique, s'écoulèrent sans laisser de traces dans la Bretagne. C'est

France, 2ᵉ sér., tom. XVI, p. 862). — Éd. Bureau. Note sur l'existence de trois étages distincts dans le terrain dévonien de la Basse-Loire (*Bull. Soc. géol. de France,* 2ᵉ sér., tom. XVII, p. 789).

Id. — Observations sur le terrain dévonien de la Basse-Loire (*Bull. Soc. géol. de France,* 2ᵉ sér., tome XVIII, p. 337).

seulement à l'époque crétacée qu'on constate un retour de la mer, dont témoignent aujourd'hui, dans la Loire-Inférieure, le calcaire de la forêt de Touvois, et, dans la Vendée, les grès de Noirmoutiers.

Pendant la période tertiaire, la mer séjourna plus longtemps, ou du moins, revint à plusieurs reprises, et à ce qu'il semble, par des côtés différents. On compte, en effet, dans le département de la Loire-Inférieure, 16 bassins de l'époque éocène, représentant l'étage du calcaire grossier parisien. Tous sont situés dans la partie occidentale du département. On peut citer, parmi les plus étendus, ceux de Machecoul, d'Arthon, de Campbon, les plateaux du Four et de la Banche, etc.

C'est, au contraire, dans la partie orientale que sont disséminés 18 bassins, pour la plupart très-petits, formés par des dépôts de l'époque miocène, étage des Faluns de Touraine. Nous citerons seulement comme exemple les localités de Vieillevigne, le Loroux-Bottereau et les Cléons. On y trouve de nombreuses coquilles, entre autres la *Terebratula grandis* Sowerby, des dents de squales et des ossements de cétacés.

Il est clair que ces animaux, d'une taille considérable, n'ont pu vivre dans des sortes de lacs salés de quelques centaines de mètres de diamètre que sembleraient indiquer, à première vue, tous ces petits dépôts isolés tels qu'on les trouve aujourd'hui. Ces îlots de calcaire, crétacé, éocène et miocène, ne sont, en effet, que des témoins de vastes sédiments qui couvraient autrefois une étendue considérable du sol qui forme aujourd'hui le département de la Loire-Inférieure.

A l'époque pliocène, ce sol se trouva de nouveau émergé; mais, pendant la période diluvienne, les eaux s'en emparèrent encore, et, cette fois, nous pouvons constater, non-seulement leur présence, mais encore leur mouvement. On trouve, en effet, des traces manifestes d'un vaste courant de l'est à l'ouest. Sa violence ou sa durée furent telles, qu'il enleva la plus grande partie des dépôts crétacés, éocène et miocène, n'en laissant que des lambeaux dans les dépressions des terrains sous-jacents. On rencontre aujourd'hui, près de Remouillé et de Pornic, des coquilles et des polypiers crétacés roulés et transportés par les eaux de la période diluvienne.

Le diluvium eut pour effet de donner au sol son relief actuel. Il nivela les plus grandes saillies dues au soulèvement des terrains primaires, et c'est à cette époque qu'on peut attribuer le tracé des vallées de la Loire et de ses affluents.

Nous arrivons ainsi à l'époque actuelle.

Il ne faudrait pas croire que les phénomènes géologiques ne s'y produisent plus. L'activité des forces de la nature est incessante.

Aujourd'hui comme autrefois, ces phénomènes consistent en érosions et en dépôts :

Les rochers de nos côtes sont ramollis et désagrégés par l'eau de mer; nos coteaux sont ravinés par les pluies.

En même temps, la Loire charrie des sables dont elle a arraché les éléments aux terrains granitiques du plateau central de la France, et qui comblent graduellement son lit; d'autres sables, rejetés par la mer, forment des dunes qui couvrent une portion de notre littoral; enfin, un immense dépôt tourbeux régulièrement exploité et qui se renouvelle lentement, s'étend sur la rive gauche du fleuve, près de son embouchure.

Tels sont les phénomènes qui ont amené la configuration topographique actuelle du département de la Loire-Inférieure, et il me semble que peu de pays sont plus propres à démontrer ce fait, que la géographie physique n'est qu'une conséquence de la géologie.

Aujourd'hui, le voyageur qui aborde ce territoire par le sud, et qui s'avance, par exemple, de Clisson vers Nantes, se trouve d'abord au milieu d'une région formée de collines peu élevées, disposées sans ordre apparent, séparées par des vallées étroites et peu profondes où coulent de faibles ruisseaux qui tarissent facilement. Tout ce pays est couvert d'une multitude de petits champs séparés par des haies vives qui s'appuient sur des arbres plantés irrégulièrement et fort rapprochés. Cette région fait partie du Bocage. Elle s'étend en réalité bien au delà de la Loire, et se termine vers une ligne courant S.-E. N.-O. qui serait tirée d'Oudon vers Pontchâteau. Jusqu'à cette limite se continuent l'aspect particulier du Bocage et deux de ses traits les plus saillants : le sol granitique et la culture de la vigne.

Mais si notre voyageur continue à s'avancer vers le nord, tout à coup il voit les molles et irrégulières ondulations de terrain faire place à de grandes lignes courant de l'est à l'ouest. Ces collines, plus élevées et parallèles, qui se succèdent, comme les vagues gigantesques d'une mer subitement solidifiée, sont formées par les plissements du terrain silurien. En même temps, la culture de la vigne disparaît pour faire place à celle du sarrazin et du pommier, les ajoncs et les bruyères décèlent une terre maigre et peu féconde. C'est la Bretagne avec son cachet de beauté sévère et de grandeur quelque peu sauvage.

Ainsi les différences dans l'aspect du pays, la végétation spontanée, les cultures, répondent à des différences dans la nature géologique du sol.

En somme, le département ne présente pas de grandes altitudes au dessus du niveau de la mer. Son trait le plus frappant, si on le compare à ceux qui l'environnent et même à la plupart des départements de la France, c'est la quantité considérable des eaux qui le baignent.

Non-seulement il est traversé par un grand fleuve, la Loire, divisé en une multitude de bras ; mais ce fleuve ne reçoit pas, dans son trajet à travers le département, moins de 10 affluents, dont 4 au moins sont navigables : l'Erdre, le Havre, la Sèvre et l'Acheneau.

De plus, à 16 kilomètres de Nantes, se trouve le lac de Grandlieu, qui reçoit trois petites rivières : Le Tenu, l'Ognon et la Boulogne. Il a 8 kilomètres du nord au sud, 6 de l'est à l'ouest, et se déverse dans la Loire par l'Acheneau.

Enfin, dans le nord du département, de vastes étangs sont formés par le barrage de cours d'eau qui, pour la plupart, se jettent dans la Vilaine.

La constitution atmosphérique qui résulterait déjà de l'existence et de l'évaporation de cette masse d'eau douce se trouve encore exagérée dans le même sens par le voisinage de la mer, qui, dans la Loire-Inférieure, baigne plus de 80 kilomètres de côtes, et par l'action des marées, qui se font sentir jusqu'à 8 kilomètres en amont de Nantes.

Le climat du département de la Loire-Inférieure est donc un climat humide, si on le compare à celui des départements de l'intérieur. Cette humidité est décelée par l'hygromètre, le botaniste peut l'apprécier par l'état de la végétation, et elle est encore parfois assez sensible aux personnes récemment arrivées de l'intérieur,

par une sorte de sensation de détente de la peau, ou plutôt par l'absence de cette sensation de dessication de la surface du corps et des poumons qu'on éprouve pendant les étés parisiens; mais elle ne se traduit pas par des brouillards habituels, comme sur les bords de la Seine et de la Tamise. En effet, pour former un brouillard il faut deux conditions : de l'humidité dans l'air et un refroidissement qui la condense. Or, à Nantes, nous avons bien l'humidité constante, mais nous n'avons que rarement le refroidissement nécessaire. Cet absence de refroidissement, de changements brusques de température, nous la devons précisément à la masse des eaux qui nous environnent. Il est reconnu, en effet, que les eaux, et particulièrement celles de la mer, sont plus fraîches que la terre pendant l'été et plus chaudes pendant l'hiver. Elles tendent donc à égaliser la température. Cela est vrai dans tous les pays; mais pour nous, pour notre côte occidentale, il y a quelque chose de plus. Non-seulement la mer égalise la température, mais elle l'élève notablement. Ce phénomène remarquable se rattache à la nature et à la direction des courants qui règnent dans l'océan Atlantique.

A ce sujet, permettez-moi deux mots de cosmographie. La terre, vous le savez, fait un tour complet sur son axe dans un espace de temps de 24 heures, et cette révolution a lieu de l'occident vers l'orient. Les terres, qui sont solides, inflexibles, suivent régulièrement ce mouvement; mais les eaux, dont les molécules sont mobiles les unes sur les autres, ne le suivent pas avec la même facilité. Elles éprouvent un retard, et ce retard tend à les porter de l'orient vers l'occident par rapport aux terres voisines. De là des courants, dont la direction théorique est grandement modifiée, d'une part par la résistance des terres, d'autre part par la différence de température des eaux vers les pôles et vers l'équateur. Quoi qu'il en soit, un de ces courants, contournant le cap de Bonne-Espérance, remonte obliquement vers le golfe du Mexique. Pendant qu'il acquiert une haute température dans la mer des Antilles, il vient butter contre l'isthme qui réunit les deux Amériques, et, ne pouvant continuer son chemin en ligne droite, il se replie pour traverser obliquement l'océan Atlantique et vient baigner successivement les côtes de l'Irlande et de la Norwége. Cet immense courant a reçu le nom de Gulf-Stream. Il dépose souvent sur les côtes de Norwége, des bois et des graines qu'il a transportés des Antilles.

Or, un bras du Gulf-Stream se détache vers le milieu de l'océan Atlantique, pénètre dans le golfe de Gascogne et baigne, en remontant au nord, toutes les côtes de France, jusqu'à l'extrémité du Finistère, puis va se fondre de nouveau dans le grand courant. C'est ce bras du Gulf-Stream qui donne à la Loire-Inférieure une température notablement plus élevée que celle des départements situés à l'intérieur sous la même latitude. Ainsi, la moyenne du jour, calculée par M. Huette, pour une période de 28 années, a été de 12° 86.

En somme, il peut y avoir à Nantes, comme sur d'autres points de la France, des moments exceptionnels de chaud et de froid plus ou moins grands; mais on peut dire d'une manière générale que le climat de Nantes et de la Loire-Inférieure est un climat tiède et humide.

Ce fait exceptionnel, que la température du département de la Loire-Inférieure est un peu plus élevée que celle indiquée par la latitude où il se trouve, ce fait, dis-je, influe de la manière la plus remarquable sur la répartition des espèces animales et

végétales dans la région. Tandis que les espèces du nord ne trouvent pas ici une chaleur assez grande pour les repousser, des espèces du midi, profitant de la douceur de la température entretenue par le Gulf-Stream, remontent le long de la côte jusqu'à l'embouchure de la Loire et même au delà. Il en résulte que, sous le rapport des productions appartenant aux deux règnes organiques, notre région occidentale, est comme une sorte de terrain neutre, où des espèces méridionales et septentrionales se rencontrent à côté les unes des autres. Par conséquent, notre faune et notre flore sont essentiellement une flore et une faune intermédiaires ou de transition entre le nord et le midi. Peut-être même le caractère méridional est-il le plus prononcé des deux. En somme, on peut dire d'une manière générale que, parmi les productions animales et végétales européennes, la catégorie des espèces polaires ou propres aux hautes montagnes est la seule dont la région occidentale soit privée absolument.

Nous allons maintenant passer rapidement en revue les différents groupes naturels de notre faune et de notre flore de l'ouest, et indiquer sur chacun les travaux qui ont été faits et l'état de nos connaissances, principalement en ce qui concerne le département de la Loire-Inférieure.

Toutes les classes des animaux vertébrés ont été étudiées dans le pays. Pour les mammifères, nous avons un catalogue, encore manuscrit mais très-complet, dressé par un naturaliste qui s'est fait connaître par de beaux travaux publiés dans les *Annales des Sciences naturelles :* M. Arthur de l'Isle.

Quelque peu nombreuses que soient ici les espèces de mammifères sauvages, il ne faudrait pas croire qu'elles soient toutes sans intérêt. Il serait difficile de passer certaines d'entre elles sous silence. Au premier rang, je dois citer l'Hermine. Cet animal, à la fourrure de neige marquée d'une larme noire, fourrure que la Bretagne a prise pour armoiries en l'entourant de cette belle devise : *Potiùs mori quam fœdari*, n'est pas seulement un être symbolique; il habite nos champs et nos bois. Seulement, je dois dire que l'Hermine ne prend son pelage d'un blanc éclatant que pendant la période la plus rigoureuse de l'hiver. Dans les autres saisons, elle est d'une couleur fauve, et pourrait facilement être confondue avec le Putois, par exemple, n'était l'extrémité de la queue, qui conserve en tout temps sa couleur noire.

Tout à côté de l'Hermine, par l'organisation, on trouve un autre animal qu'on a d'abord confondu avec le Vison d'Amérique, et qui paraît décidément être une espèce de la Russie et de la Silésie, *Mustela lutreola* Pall., dont l'extension géographique n'était pas soupçonnée avant les recherches faites dans la Loire-Inférieure.

Ainsi, voici deux espèces du nord vivant en Bretagne. Nous allons voir maintenant une forme méridionale s'étendre aussi jusqu'à nous, et nous allons constater, dès le début de cette revue rapide, ce mélange de faunes septentrionales et méridionales qui est le cachet de la faune et de la flore de l'Ouest.

Dans le cas présent, c'est un rongeur, un simple rat, qui a été, de la part de M. A. de l'Isle, l'objet d'observations véritablement intéressantes (1).

Nous croyions avoir dans ce pays, comme dans le reste de l'Europe tempérée, trois espèces de Rats fréquentant nos habitations : la Souris, *Mus musculus*, qui

(1) A. de l'Isle. De l'existence d'une race nègre chez le Rat (*Ann. des sc. nat.*)

appartient au genre Rat, malgré sa petite taille; le rat noir, *Mus Rattus,* et le Surmulot, *Mus decumanus,* lorsque les recherches poursuivies par M. de l'Isle, pour dresser le catalogue de nos mammifères indigènes, lui firent découvrir une quatrième forme de Rat, qu'il reconnut être le Rat d'Alexandrie, *Mus Alexandrinus,* figuré par M. Et. Geoffroy-Saint-Hilaire dans l'ouvrage sur l'expédition d'Egypte, et qui, aujourd'hui, occupe non-seulement l'Egypte, mais la Sicile et l'Italie, jusqu'aux Alpes, qui avaient paru lui opposer jusqu'ici une barrière infranchissable.

Le Rat d'Alexandrie n'est pas très-commun dans la Loire-Inférieure. M. A. de l'Isle put cependant s'en procurer un certain nombre, et les comparant à l'espèce la plus voisine, le Rat noir, il ne tarda pas à constater que le Rat noir et le Rat d'Alexandrie ne différaient absolument que par la couleur. Les caractères anatomiques étaient les mêmes; les mœurs étaient identiques. Les deux formes croisées donnèrent des produits indéfiniment féconds, et enfin il vit des Rats noirs naître de l'union de deux Rats d'Alexandrie. Il était donc démontré que Geoffroy-Saint-Hilaire avait pris pour une espèce nouvelle la souche même, la forme primitive et originelle du Rat noir, et une lumière toute nouvelle était jetée sur l'histoire d'un des genres de rongeurs les plus intéressants.

Ce genre, en effet, se compose d'espèces dont les unes sont sauvages et sédentaires, comme le Mulot, et d'espèces parasites, qui vivent dans nos demeures, à nos dépens, et qui, à différentes époques, comme les races humaines, se sont répandues d'orient en occident par invasions successives. La Souris infestait l'Europe dès l'antiquité, et c'était la seule espèce du genre Rat que connussent les anciens. Elle est cependant d'origine étrangère; car on ne trouve pas ses os dans les cavernes et les dépôts de l'époque quaternaire; tandis qu'on y trouve ceux de beaucoup d'autres petits mammifères. Il est donc très-probable qu'elle a suivi le mouvement des peuples Aryens, et que leurs plus anciennes migrations l'ont transportée d'Asie dans nos contrées.

Des recherches faites par M. A. de l'Isle, dans les auteurs du moyen âge, permettent de placer vers la fin du XII^e^ siècle l'invasion du Rat en France. Il avait alors certainement la couleur blonde du Rat d'Alexandrie; mais sous l'influence d'un climat plus froid, d'un ciel moins lumineux et d'une nourriture différente, il s'est mis promptement à varier, et les naturalistes de la Renaissance le représentent déjà avec la couleur noire qu'il a aujourd'hui. Les Rats à couleur blonde ou Rats d'Alexandrie, qu'on trouve autour de Nantes, sont des individus qui, à la faveur de la douceur du climat, présentent un retour au type, ou un effet d'atavisme.

On peut donc regarder comme certain que la patrie du Rat est l'Arabie et l'Egypte. Quant au Surmulot, qui est beaucoup plus fort que les autres espèces et leur fait une guerre acharnée, il est parti, dans le siècle dernier, des terres qui environnent la mer Caspienne, et s'est répandu à la fois par terre et par mer, par l'orient et par l'occident.

Passons aux recherches faites sur la classe des oiseaux.

On peut dire hardiment que nulle part en France l'ornithologie n'a été étudiée comme dans nos contrées de l'Ouest et notamment dans la Loire-Inférieure.

La première en date des collections d'oiseaux formées à Nantes est celle du docteur Blandin, qui appartient aujourd'hui au Muséum de cette ville. Son importance est grande, car elle a servi de base au *Catalogue des oiseaux observés dans le*

département de la Loire-Inférieure, publié par M. Blandin, en 1864. Ce catalogue énumère 270 espèces, c'est-à-dire que le département présente beaucoup plus de la moitié des espèces connues en Europe.

Douze années se sont écoulées depuis la publication du catalogue. Pendant ce temps les recherches se sont multipliées, et des collections qui alors ne faisaient que de naître se sont développées avec une rapidité surprenante.

La collection de M. Peligry fait aujourd'hui partie du Muséum d'histoire naturelle de Nantes.

Une autre, formée par mes frères, s'accroît tous les jours; mais deux surtout, celles de MM. Bonjour et Quiquandon, ont pris une telle extension, q u'elles ont aujourd'hui toute l'importance de galeries publiques. Non-seulement elles peuvent être comptées parmi les plus belles collections particulières de la France, mais elles pourraient faire envie à beaucoup de musées.

Ce qui donne à ces riches galeries une valeur inappréciable pour la faune locale, c'est que tous les sujets dont elles se composent ont été scientifiquement recueillis et sont accompagnés des notes les plus précises.

Des recherches entreprises avec autant d'ardeur que de persévérance, ne pouvaient manquer de donner d'heureux résultats. Un de ces résultats principaux a été de faire reconnaître, dans les grandes forêts du nord du département, la plus belle série de l'ordre des rapaces, y vivant et s'y reproduisant d'une manière régulière, qu'il soit possible d'imaginer.

Nous n'avons pas, dans la Loire-Inférieure, moins de trois espèces d'Aigles, entre autres l'Aigle Jean-le-Blanc, puis l'Autour, le Milan royal, la Buse bondrée, etc., etc.,

Comme pour les mammifères et pour bien d'autres groupes d'êtres, on n'a pas tardé à constater que certaines espèces du midi et de l'orient arrivaient chez nous à leur extrême limite nord, par exemple : l'Aigle botté, *Aquila pennata ;* le Milan noir, *Falco ater ;* le Pouillot Natterer, *Sylvia Bonelli ;* l'Alouette calandrelle, *Alauda brachydactyla,* tandis que d'autres oiseaux parvenaient ici à leur extrême limite sud, formant ainsi avec les précédents un mélange de faune véritablement bizarre. De ce nombre sont :

Le Canard Eider, *Anas mollissima ;* le Canard de Miclon, *Anas glacialis ;* la Mouette Sabine, *Larus Sabini.*

Parmi les singularités ornithologiques, je citerai la Bergeronnette Yarell, un des oiseaux dont l'aire de dispersion est la plus restreinte. Sa patrie est à peu près exclusivement l'Angleterre ; c'est là qu'elle se reproduit. L'hiver, sans s'arrêter dans le nord de la France ni descendre dans le midi, elle vient se répandre dans nos départements de l'ouest.

Nous n'avons dans la Loire-Inférieure aucun oiseau de montagnes ; mais il n'en est pas de même dans le Finistère. Mes frères ont constaté la présence, dans les parties les plus accidentées de la Bretagne, du Cincle plongeur, oiseau des Pyrénées et des Alpes, qui là aussi fréquente les torrents. Dans les mêmes lieux se trouve la Bergeronnette Boarule, en Bretagne, comme dans les autres montagnes de la France, compagne inséparable du Cincle.

Mais le point des côtes de l'ouest le plus intéressant pour un ornithologiste est certainement Belle-Ile-en-Mer Sur ses hautes falaises se reproduisent, en compagnie des Huitriers, des Goëlands à manteau bleu, des Mouettes tridactyles, des

Cormorans Largups et de quelques autres, trois espèces bien remarquables. Ce sont :

1° le *Coracias,* habitant des Pyrénées, des Alpes et de quelques points des côtes rocheuses des Iles britanniques.

2° Le Pigeon bizet, souche de nos pigeons domestiques, qui y vit et niche par bandes, comme en Grèce, dans les îles de l'Archipel et sur les côtes de la mer Noire.

3° Enfin, l'Hirondelle de mer Dougall, un des plus rares et des plus beaux oiseaux d'Europe, qui se rencontre surtout sur les côtes des Iles britanniques.

Les reptiles n'ont pas été moins étudiés dans l'ouest que les oiseaux.

M. le docteur Viaud-Grand-Marais, professeur à l'École de Médecine de Nantes, s'est livré à des recherches spéciales et persévérantes sur cette classe de vertébrés. Outre des *Notes sur les mœurs des vipères indigènes* (*Bulletin de la Société de Pharmacie de Nantes,* année 1867) et un article sur *les Ennemis des vipères* (*Revue de Bretagne et de Vendée)*, on lui doit un ouvrage spécial intitulé : *Études médicales sur les serpents de la Vendée et de la Loire-Inférieure*, qui a eu une première édition en 1860, et une seconde très-augmentée en 1869.

S'il ne s'agissait que d'une étude médicale, comme le titre l'indique, je n'aurais pas à vous en parler ici; mais l'auteur a traité le sujet autant en naturaliste qu'en médecin. Non-seulement les caractères des genres et des espèces sont exposés de la manière la plus méthodique et éclaircis par des figures, mais encore M. Viaud-Grand-Marais, qui, comme un certain nombre de nos naturalistes nantais, accorde une grande importance à l'étude des mœurs, aujourd'hui si négligée, a su accumuler et grouper un nombre considérable de faits qui font parfaitement connaître les habitudes des espèces dont il parle.

Cet ouvrage a été répandu par les soins du Conseil général de la Loire-Inférieure. Il a rendu familière à beaucoup de gens, étrangers d'ailleurs aux sciences naturelles, la connaissance des huit espèces de serpents qui peuplent nos départements de l'ouest, et a dû certainement contribuer à faire éviter des accidents trop fréquents dans nos pays.

Ainsi, toutes les personnes qui ont jeté les yeux sur ce livre sauront maintenant qu'il y a dans l'ouest deux espèces de Vipères, dont l'une peut être facilement confondue avec une Couleuvre. Ces deux espèces sont : la *Vipera Aspis*, qui a le nez retroussé et la lèvre couverte de petites écailles, et la *Vipera Berus*, *Pelias Berus* ou Vipère à trois plaques, qui a le museau arrondi et des plaques sur la tête comme les serpents non venimeux. La première est généralement répandue dans le nord de l'Europe, la seconde dans le midi. Ce que je vous ai dit des conditions climatériques de la Loire-Inférieure et du caractère mixte de sa faune, peut vous expliquer comment elles se trouvent toutes les deux ici. La *Vipera Aspis* occupe surtout les haies et les buissons du Bocage vendéen et de la partie de la Loire-Inférieure qui continue le Bocage. Le *Vipera Berus* affectionne surtout les bois et occupe à peu près, à l'exclusion de l'autre espèce, les grandes forêts du nord du département.

La découverte de la *Vipera Berus*, dans nos contrées, date déjà de loin et est due à l'abbé Delalande.

Parmi les reptiles non venimeux, je puis citer dans la Loire-Inférieure la couleuvre d'Esculape, *Elaphis Esculapii,* magnifique serpent qui atteint 1^{m} 50 de long

et abonde dans les forêts d'Ancenis, de Saint-Mars et de Juigné, et le Lézard vivipare, très-curieuse espèce, qu'on ne connaissait jusqu'ici qu'en Angleterre, et dont la présence a été constatée chez nous, dans les landes de Malville et dans les tourbières de Montoir, par M. Arthur de l'Isle.

J'arrive à la classe des batraciens, et pour vous donner une idée du zèle avec lequel ce groupe intéressant a été étudié dans le département de la Loire-Inférieure, il me suffira de vous signaler ce fait bien remarquable, que les deux seules espèces de batraciens nouvelles pour la science qui aient été découvertes en France depuis plus d'un demi-siècle l'ont été toutes les deux dans ce département.

C'est à M. A. Thomas que l'on doit rapporter l'honneur de l'impulsion qu'a reçue dans notre pays l'étude de cette branche des sciences naturelles, et ses travaux ont porté aussi bien sur les études de mœurs que sur la classification, dans laquelle il a introduit de réels perfectionnements (1).

Les deux espèces nouvelles dont je vous ai parlé tout à l'heure, sont une Grenouille et une Salamandre. On connaissait dans la Loire-Inférieure, comme dans le reste de l'Europe, deux espèces de Grenouilles seulement, celles que vous avez tous vues : la verte et la rousse, qui a des habitudes bien plus terrestres, lorsque, en 1855, M. Thomas fit connaître, dans les *Annales des Sciences naturelles*, une troisième espèce que l'on avait jusque-là confondue avec la rousse. Cette espèce, qu'il nomma *Rana agilis*, est remarquable par son museau aigu et la longueur de ses pattes postérieures, qui lui permettent de faire des bonds prodigieux.

Ses habitudes et son chant sont, du reste, notablement différents de ceux de la Grenouille rousse.

La *Rana agilis*, une fois signalée dans la Loire-Inférieure, a été bientôt retrouvée aux environs de Paris et en Suisse ; je l'ai vue dans les Pyrénées à 2,000 mètres de hauteur, et enfin elle a été rencontrée jusqu'en Grèce Son *habitat* est donc très-étendu.

Il n'en est pas de même de celui de l'autre espèce nouvelle, qui est une Salamandre aquatique, le *Triton Blasii*. Ce Triton, découvert par M. A. de l'Isle et décrit par lui dans les *Annales des Sciences naturelles* (4e sér., t. 17, p. 363), n'est encore connu qu'en Bretagne et particulièrement aux environs de Nantes Il est intermédiaire entre deux espèces depuis longtemps décrites : son dos est panaché de vert et de noir, comme celui du Triton marbré, et son ventre jaune-orangé tacheté de noir, comme celui du Triton crêté.

Outre ces espèces nouvelles pour la science, on peut citer parmi les batraciens de notre département une espèce déjà connue dans le Midi et découverte chez nous par M. Millet, auteur de la *Faune de Maine-et-Loire*. C'est le Pélobate cultripède, qui habite les dunes du bourg de Batz. Cet animal ressemble à un crapaud qui serait armé aux pattes postérieures de deux ergots analogues à ceux des coqs. C'est une des nombreuses espèces méridionales que le naturaliste de l'intérieur est au premier abord fort étonné de trouver sous la latitude où nous sommes.

Je dois dire enfin que les batraciens ont été ici l'objet d'études d'une plus grande portée que celles qui ont pour objet la rédaction d'une faune locale, et il me serait

(1) Note sur la génération du Pélodyte ponctué, avec quelques observations sur les batraciens anoures en général, par A. Thomas. (*Annales des Sciences nat.* Zoologie, 4e sér., t. 1.)

impossible de passer sous silence l'excellent travail de M. A. de l'Isle sur *l'Hybridation chez les amphibies anoures et urodèles* (*Ann. des Sciences nat*, 5e série, Zoologie, tome 17, 1872), ainsi que son *Mémoire sur l'Alyte accoucheur et son mode d'accouplement*. (*Ann. Sc. nat.*, 1873.)

Si les premières classes des vertébrés ont été soigneusement étudiées dans notre région occidentale, j'ai le regret de dire qu'il n'en est pas de même des poissons. Depuis le *Catalogue des Poissons de l'Ouest*, par Desvaux, qui est déjà fort ancien, pas une publication sur cette classe importante n'a paru chez nous, et pourtant aucun groupe naturel peut-être ne réserve ici à l'observateur plus de surprises et de découvertes. Espérons que M. A. Thomas donnera suite au projet qu'il avait formé de s'en occuper d'une manière suivie.

Parmi les animaux invertébrés, les insectes du département ont donné lieu à de très-nombreuses recherches. Les premières sans doute furent dues à Vaudouer, excellent observateur, qui fut en correspondance suivie avec Latreille, mais ne laissa aucune publication.

En 1859 a paru dans les *Annales de la Société Académique de Nantes* une *Histoire et description des insectes coléoptères de la Loire-Inférieure*, par M. Pradal. Les espèces décrites sont au nombre de 993. L'auteur se flatte qu'il a trouvé à peu près la totalité des coléoptères du département. Cependant il nous paraît bien probable que de nouvelles recherches augmenteront notablement ce nombre.

J'en dirai autant d'une énumération des orthoptères du département, que j'ai publiée également dans les *Annales de la Société Académique* : elle est loin d'être complète.

Le groupe d'insectes qui a été étudié avec le plus de soin dans le pays est certainement celui des lépidoptères ou papillons. De nombreux naturalistes ont contribué à dresser le catalogue, qui est encore manuscrit. Je citerai, entre autres, M. Bourgault-Ducoudray, M. Grolleau, MM. Bar (quatre frères que l'amour des sciences naturelles a depuis entraînés à la Guyane, où ils résident encore). Ce catalogue comprenait, en 1853, 845 espèces, dont le dénombrement a été fait dans les *Annales de la Société Académique*. Depuis, les recherches sur ce groupe ont été moins actives, et le catalogue ne s'est pas beaucoup augmenté. Il serait certainement temps de le livrer à l'impression.

Les autres ordres d'insectes n'ont pas été recherchés comme ils le méritent. En somme, les insectes, dans les groupes étudiés jusqu'à présent, présentent le caractère général de la faune, c'est-à-dire un mélange d'espèces appartenant d'ordinaire à des climats fort différents les uns des autres. Il y a des insectes dont l'indigénat ici est très-réel, et dont la présence en Bretagne est véritablement singulière. Je puis citer, parmi les coléoptères, le *Rosalia alpina*, qui habite les vallées des Alpes et des Pyrénées, et parmi les lépidoptères, la *Larentia gemmaria*, de la Sicile et de l'Andalousie.

Les autres classes des articulés ont été moins étudiées que celle des insectes.

MM. Bar avaient commencé à collectionner les arachnides et avaient même trouvé le moyen de conserver toute la fraîcheur de la vie à ces animaux mous et facilement altérables. Ils ont emporté leur collection avec eux, et, depuis, personne n'a entrepris d'en former une nouvelle.

Il est un ordre d'articulés qui méritait bien d'être étudié ici, et qui est en ce

moment l'objet de recherches persévérantes. C'est celui des crustacés. Il y a quelques années, j'avais commencé à en dresser le catalogue; depuis, me trouvant dans l'impossibilité de séjourner sur nos côtes, j'ai conseillé à un simple artisan du Pouliguen, M. Prié, qui montre une aptitude remarquable pour les sciences naturelles, de continuer ce travail. C'est ce qu'il a fait, et avec tant de succès, qu'il n'y a pas aujourd'hui moins de 50 espèces de crustacés reconnues sur les côtes de la Loire-Inférieure. La profondeur à laquelle on rencontre chacune, les localités qu'elle habite, sont parfaitement notées. De plus, M. Prié est arrivé à un talent de préparateur tel, que les animaux conservés par lui semblent être vivants. Vous pourrez en juger dans les galeries du Muséum de Nantes.

Mais les travaux les plus importants sur les animaux invertébrés de la Loire-Inférieure, sont assurément ceux de Frédéric Cailliaud sur les mollusques. En 1853, il publia, dans les *Annales de la Société Académique de Nantes*, une *Notice sur le genre Clausilie*, dont quatre espèces habitent la Loire-Inférieure, mais dont il étudia plus de deux cents espèces de sa collection. Les Clausilies sont des coquilles de petite taille (les plus grandes ont 3 centimètres et les plus petites 7 millimètres de long). Leur bouche est fermée par une pièce calcaire élastique, dont M. Cailliaud est parvenu à étudier le jeu et à décrire toutes les formes.

De 1852 à 1857, il poursuivit une série d'observations et d'expériences sur les mollusques et les oursins perforants.

On savait depuis longtemps qu'un certain nombre de mollusques ont la faculté de perforer les pierres et de s'y creuser une retraite; mais on était loin de s'entendre sur le procédé employé pour cette perforation. La plupart des naturalistes, et en particulier M. Deshayes, dont le nom faisait autorité dans la science conchyliologique, croyaient que ces mollusques étaient pourvus d'un acide qui dissolvait le calcaire, seule roche où jusqu'alors on les eût trouvés.

Frédéric Caillaud s'empara de cette question, et, avec une persistance bretonne, il résolut de s'y attacher jusqu'à ce qu'il l'eût éclaircie.

Les premiers perforants dont il s'occupa furent les Pholades. Cailliaud, qui les avait déjà observées à l'île de Malte, et qui, bien qu'elles fussent là dans une roche calcaire, s'était convaincu qu'elles agissaient par un procédé mécanique (1), se dit que s'il avait la chance d'en rencontrer dans une roche inattaquable aux acides, il aurait par ce fait seul résolu la question. Il s'appliqua donc avec ardeur à cette recherche, et bientôt il eut le bonheur de trouver, près du Pouliguen, des Pholades dans le gneiss (2). Il faut avoir vu combien cette localité était difficile à découvrir, pour se faire une idée de la perspicacité de F. Cailliaud.

Il était donc évident que les Pholades perforaient la pierre mécaniquement. Cailliaud ne se contenta pas de la simple constatation du fait; il voulut se rendre compte du procédé employé par les Pholades et les voir à l'œuvre. Il prit des Pholades, les plaça dans des aquarium, sur des fragments de gneiss où se trouvaient des trous commencés, et, pendant 19 jours, les surveilla jour et nuit. Il nota les nombres d'heures de travail fait par chaque mollusque, ainsi que la quantité dont le trou

(1) F. Cailliaud. De la perforation des pierres par les mollusques. (*Journal de conchyliologie*, 1850.)

(2) F. Cailliaud. Note sur un nouveau fait relatif à la perforation des pierres par les Pholades. *Annales de la Société Académique de Nantes*, 1852.)

était approfondi, et les vit avancer d'environ 3 millim. en 13 ou 14 heures, par un mouvement de rapprochement des valves (1).

Passant à l'étude des autres mollusques perforants, il vit que les Tarets, si dangereux pour les navires, dont il percent la coque, agissaient par le même mécanisme que les Pholades ; mais que les Saxicaves, les Pétricoles et quelques autres genres de mollusques qu'on ne trouve jamais que dans le calcaire, agissent en dissolvant en roche à l'aide d'un acide.

Cailliaud eut le courage de s'enfermer pendant plus d'un mois dans les phares du Four et de la Banche, restant prisonnier à la marée haute et descendant sur les bancs calcaires à chaque marée basse, pour poursuivre ses recherches et ses curieuses expériences.

Il remarqua bientôt sur ces bancs des Oursins, animaux appartenant à l'embranchement des Rayonnés, placés chacun dans un trou qui avait la forme de leur corps, et il s'assura que ces trous étaient bien creusés par les Oursins. Il y avait donc sur nos côtes des perforants qui n'étaient pas des mollusques. C'était un point de départ pour des recherches nouvelles. Cailliaud ne tarda pas à trouver des Oursins creusant le gneiss à Piriac, le granit au Croisic, et le grès silurien dans la baie de Douarnenez. Il les vit travailler et décrivit minutieusement leur procédé dans des communications qu'il fit à l'Institut et à la société Académique de Nantes (2).

Tant de persévérance devait être récompensée. A ce moment même, les mollusques perforants, qui ne sont pour nous qu'un objet de curiosité scientifique, étaient pour la Hollande un sujet d'inquiétude ; car ils minaient de tous côtés les digues qui protégent ce pays contre l'envahissement de la mer. La Société royale hollandaise des sciences de Haarlem mit au concours l'étude des perforants et des moyens qu'ils emploient. Cailliaud, rassemblant toutes ses observations, les réunit en un mémoire qu'il présenta au concours, et ce mémoire fut couronné(3).

Après ce succès, Cailliaud se remit à l'étude des radiaires, des annélides, des cirrhipèdes et des mollusques de la Loire-Inférieure et, en 1863, il fit paraître le catalogue des espèces appartenant à ces groupes (4). Ce catalogue arrive au chiffre de 509 espèces. Comparé aux catalogues des Côtes-du-Nord, du Finistère et du Morbihan, déjà parus, il indique une richesse beaucoup plus grande, qui s'explique suffisamment par l'exposition plus méridionale du département et peut-être aussi par l'abondance et la variété de nature des eaux douces.

Nous arrivons à la partie de l'histoire naturelle la mieux connue et peut-être la plus

(1) F. Cailliaud. Procédé employé par les Pholades dans leur perforation. (*Ann. de la Soc Acad. de Nantes*, 1855, et *Revue et magasin de Zoologie*, 1857).

(2) F. Cailliaud. *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris*, 3 juillet 1854, tome XXXIX, p. 35.

Id. Observations sur les oursins perforants de Bretagne. *Annales de la Société Académique de Nantes*, tome XVI. 1855, p. 44 et *Revue et Magasin de Zoologie*, n° 4. 1856.

Id. Observations sur les oursins perforants, supplément. *Ann. de la Soc. Acad. de Nantes*, tome XXVII, 1857 et *Revue et Magasin de Zool.* n° 9. 1857.

(3) F. Cailliaud. Mémoire sur les mollusques perforants, ouvrage couronné par la Société des sciences de Haarlem. *Natuurkundige Verhandelingen van de Hollandsche Maatschappij der Wettenschappen te Haarlem, tweede Verzameling, elfde deel, tweede stuk*, in-4°, Haarlem, 1856.

(4) F. Cailliaud. Catalogue des radiaires, des annelides, des cirrhipèdes et des mollusques, marins, terrestres et fluviatiles recueillis dans le département de la Loire-Inférieure, in-8° Nantes, 1865.

intéressante dans le département de la Loire-Inférieure : la Botanique. Nous trouvons ici des traces de recherches fort anciennes. Ainsi, sous Louis XIII, le prince Gaston d'Orléans avait fondé à Blois un jardin botanique célèbre. Il envoya en Bretagne Morison pour observer et recueillir les plantes maritimes. Morison, dans son *Plantarum historia*, publié en 1680, signale déjà autour de Nantes plusieurs de nos plantes les plus rares.

Plus d'un demi-siècle après, vers 1737, Bonamy commença à enseigner la Botanique à Nantes, ce qu'il fit, dit-il dans la préface d'un de ses ouvrages, pendant 45 ans, à ses propres frais, et sans avoir reçu ni dédommagement, ni récompense. Cet ouvrage, publié en 1782, est intitulé : *Floræ nannetensis prodromus* et fut suivi d'un supplément en 1785. On doit regretter, dans cette première tentative de flore, le défaut d'une limite précisée. L'absence de tout ouvrage précédent sur la région a engagé l'auteur à faire entrer dans son catalogue quelques plantes des environs de Vannes, d'Angers, et même du Mans et de la Rochelle.

En 1806, Aug.-Pyr. de Candolle vint à Nantes, envoyé par le gouvernement français, pour explorer, au point de vue de la botanique et de la culture, les départements de l'ouest. Il y fut reçu par M. Hectot, auquel on doit d'avoir fondé, en 1798, l'Institut départemental devenu, en 1818, la Société Académique de Nantes et du département de la Loire-Inférieure.

Hectot était alors le principal botaniste nantais. Il n'a pas laissé d'écrits, mais son herbier existe encore et appartient à M. Ecorchard, directeur du jardin des plantes. C'est dans le rapport de de Candolle sur son voyage qu'on trouve les premières indications nettes sur le climat et la végétation de l'Ouest (1).

En 1837, Pesneau publia un *catalogue des plantes recueillies dans le département de la Loire-Inférieure*, (Nantes, 1 vol. in-12), et il le fit suivre d'un supplément en 1841. Ce fut le premier catalogue d'après la nomenclature linnéenne. Cet ouvrage présentait les inconvénients communs à tous ceux du même genre, qui donnent les noms et les localités sans descriptions. Toutefois, la vérification des déterminations de Pesneau est toujours possible, car il a légué son herbier et toutes ses collections au Muséum d'histoire naturelle de Nantes.

En 1842, parut le premier ouvrage descriptif sur les plantes de ce pays : c'est la *Flore nantaise* de M. Moisan (Nantes. 1 vol. in-8°), livre qui ne fut jamais très-usité.

Cependant les botanistes devenaient de plus en plus nombreux dans notre ville. C'étaient Desvaux, qui vint s'y fixer après avoir quitté la direction du jardin des plantes d'Angers; MM. Letourneux, Delamare, actuellement encore professeur d'histoire naturelle à l'école de médecine, Moride, qui trouva le moyen de simplifier la préparation des plantes d'herbier et de la rendre moitié plus rapide, Bornigal, Guiho, Moriceau, qui découvrit, dans la vallée de la Loire, une magnifique plante nouvelle pour la science, et l'abbé Delalande, qui a laissé de si profonds souvenirs parmi nous. C'est à lui, en effet, qu'on doit rapporter en grande partie le développement qu'a pris l'étude des sciences naturelles dans l'ouest. L'abbé J.-M. Delalande était un naturaliste passionné, qui avait au plus haut degré le don de communiquer le feu sacré à ses élèves,

(1) De Candolle. *Rapports sur deux voyages botaniques et agronomiques dans les départements de l'ouest et du sud-ouest.* In-8°, Paris, 1808.

et il en a formés beaucoup dans les trois établissements où il a enseigné. Son style était aussi entraînant que sa parole, et rien n'est plus attrayant, même pour des personnes étrangères aux sciences, que la lecture de ses *Excursions botaniques dans le département de la Charente-Inférieure* (1), et surtout de son intéressante monographie des îles d'*Hœdic* et *Houat* (2). Il ne doutait jamais de ses forces et ne mesurait jamais sa fatigue ; aussi, malgré la vigueur de sa constitution, il fut saisi d'une fièvre ardente et succomba en quelques jours à la suite d'un dernier voyage botanique où il s'était moins ménagé encore que d'habitude. Il n'avait que 45 ans.

Tels étaient les hommes qu'un botaniste dont le nom est aujourd'hui européen, M. Lloyd, eut le talent d'inspirer et d'associer à l'œuvre que lui-même poursuivait sans relâche depuis longtemps. A la suite de toutes ces recherches, résultats d'une entente parfaite, M. Lloyd publia d'abord la *Flore de la Loire-Inférieure* (1 vol. in-12, Nantes, 1844), puis un ouvrage plus important : la *Flore de l'ouest de la France* (in-12, Nantes, 1re éd 1854, 2e éd. 1868), comprenant les cinq départements de la Bretagne, la Vendée, les Deux-Sèvres et la Charente-Inférieure. Deux éditions n'ont pas épuisé le succès de cet ouvrage, et, en ce moment même, la troisième est impatiemment attendue. Ce succès, Messieurs, est bien mérité. Pour moi, qui ai passé toute ma jeunesse ce livre à la main, et au milieu de la végétation qu'il décrit, je le considère comme un chef-d'œuvre d'exactitude et de vérité. Depuis, j'ai vu bien d'autres végétations et lu bien d'autres flores, mais celle de Lloyd est restée à mes yeux la première des flores locales françaises.

Ce qui fait la valeur de ce livre, ce sont non-seulement la précision et la clarté des descriptions, mais les considérations de géographie botanique dont il est précédé. M. Lloyd dissèque en quelque sorte la végétation du pays ; il fait remarquer, qu'il y a deux flores distinctes, la flore maritime et celle de l'intérieur, puis, reprenant celle-ci, qui est la plus intéressante, il distribue les plantes suivant qu'elles exigent pour croître, soit les rochers battus par les flots, soit les sables maritimes, soit les vases salées, soit les terres incultes. Il étudie la transformation qu'éprouvent les plantes de l'intérieur à mesure qu'elles approchent de la mer et qui les rend parfois méconnaissables, et redresse les erreurs auxquelles ces modifications bizarres ont donné lieu. Enfin, il note le cachet méridional de la flore, dresse la liste des plantes du Midi qui remontent le long de la côte à la faveur de l'influence du Gulf-stream, et précise la latitude où chacune s'arrête, suivant qu'elles sont plus ou moins sensibles au froid.

C'est avec ce livre pour guide que marchera notre section de botanique dans l'exploration qu'elle va faire de la presqu'île de Batz, et l'on doit dire que rarement elle aura occasion de faire une étude de géographie botanique plus intéressante que celle-là.

Depuis la publication de l'ouvrage de M. Lloyd, plusieurs botanistes se sont adonnés spécialement à l'étude de certains groupes difficiles Nous devons citer au premier rang M. Gaston Genevier, auquel on doit un important *Essai monographique*

(1) J.-M. Delalande. Une première excursion botanique dans la Charente-Inférieure, en septembre 1847 (*Ann. de la Soc. Acad. de Nantes*, 1848). — Id. Une seconde excursion botanique dansl a Charente-Inférieure, en août et septembre 1848 (*Ann. de la Soc. Acad. de Nantes*, 1849).

(2) J.-M. Delalande. Hœdic et Houat, histoire, mœurs, productions naturelles de ces deux îles du Morbihan (*Ann. de la Soc. Acad. de Nantes*, 1850).

sur les Rubus du bassin de la Loire (*Mémoires de la Société Académique de Maine-et-Loire,* tome XXIV, 1er supplément. *Id.*, tome XXVIII).

La flore de l'Ouest, comme presque tous les ouvrages du même genre, ne contient que les plantes phanérogames et quelques-uns des groupes les plus élevés parmi les cryptogames.

Il ne faudrait pas en conclure que les végétaux inférieurs aient été négligés dans ce pays. Nous sommes, sous ce rapport, plus avancés que beaucoup de départements et même que les environs de Paris. Les algues, qui sont les cryptogames les plus intéressantes de nos côtes, ont été étudiées avec beaucoup de soin. Parmi les algologues nantais, il convient de citer Lubin Impost, qui, il est vrai, a surtout travaillé à Noirmoutiers. Il fit partie d'une petite société savante fondée dans cette île, qui était en relation avec les savants les plus distingués de Paris et a jeté un certain éclat.

Mais, pour les algues comme pour les phanérogames, la publication la plus importante est due à M. Lloyd. Elle porte le titre d'*Algues de l'ouest de la France.* Ce n'est pas un livre, mais un herbier, édité à un certain nombre d'exemplaires, ce qu'on appelle actuellement *Exsiccata.* Tous les échantillons sont bien fructifiés et parfaitement préparés. D'après M. Thuret, le meilleur juge en pareille matière, la publication de M. Lloyd est la plus belle qui existe en ce genre.

Les champignons de notre pays ont été aussi fort étudiés. Ils sont tous les ans l'objet de très-bonnes leçons faites à l'école de Médecine par notre excellent et savant maître, M. le docteur Delamare. M. Dufour, directeur du Muséum d'histoire naturelle, et M. Genevier, inspecteur de la vente des champignons à Nantes, ont l'un et l'autre publié de bons travaux sur ce groupe (1). Enfin nous possédons, depuis 1858, un *Catalogue des plantes cryptogames recueillies dans le département de la Loire-Inférieure*, par M. Pradal, qui est le résumé de toutes les recherches sur les cryptogames faites jusqu'à cette époque par les botanistes nantais. Les espèces reconnues à ce moment dans les limites du département étaient au nombre de 1399. Ce chiffre est aujourd'hui certainement bien dépassé.

Tels sont, Messieurs, pour les sciences naturelles dans la Loire-Inférieure, les résultats des efforts particuliers.

Voyons maintenant quelle part revient à la ville et à l'administration départementale dans les progrès accomplis.

Nantes possède, comme presque toutes les grandes villes de France, deux établissements destinés à l'étude des sciences naturelles : un Muséum et un Jardin des plantes.

Le Muséum d'histoire naturelle de Nantes est, on peut le dire, le fils aîné du Muséum d'histoire naturelle de Paris. Vers la fin du siècle dernier, peu après la réorganisation de ce grand établissement national, Dubuisson, de Nantes, conçut le projet hardi de fonder pour l'Ouest, dans de plus petites proportions, quelque chose

(1) E Dufour. Notes mycologiques (*Annales de la Soc. Acad. de Nantes,* 1862). — G. Genevier. Observations sur un champignon de l'ordre des Ascomycètes (*Bulletin de la Société Botanique de France,* t. XX, p. 334). — Id. Étude sur les champignons consommés à Nantes sous le nom de champignons roses ou de couche (Agaricus campestris L.) (*Bulletin de la Société Botanique,* t. XXIII, p. 28).

d'analogue. Il se proposait de réunir les collections de six naturalistes nantais à celles qu'il rassemblait lui-même depuis quinze ans, d'en former un musée public et d'attacher à ce musée un enseignement. Ces six naturalistes s'appelaient Blanchard de la Musse, Deloynes, Kerambart, Dutertre, Goullin et Desmortiers.

En 1801, le célèbre chimiste Fourcroy, professeur au Muséum de Paris, vint à Nantes; il vit Dubuisson, visita avec lui les collections, qui formaient un ensemble assez considérable, approuva ses idées et engagea fortement le préfet, M. Le Tourneur, à faire cette acquisition pour le compte du département. Elle fut, en effet, décidée par le Conseil général, approuvée par le ministre Chaptal sur le rapport de Fourcroy, et eut lieu le 9 mars 1802 pour la somme de 38,700 fr.

Le Muséum fut d'abord placé à l'Ecole centrale, dans le local du Lycée actuel. Lors de la création du Lycée, les collections furent données par le département à la ville, et, par les soins de M. le baron Bertrand-Geslin, dont le fils devait être un géologue distingué et un des bienfaiteurs du Musée, elles furent installées dans le local de l'ancienne Ecole de chirurgie de Saint-Côme, rue Saint Léonard, où elles étaient encore l'année dernière. L'inauguration eut lieu le 18 août 1810. Dubuisson fut nommé professeur conservateur, et la ville lui alloua, outre son traitement, une somme annuelle de 600 fr. pour former les collections minéralogiques de la Loire-Inférieure.

Pendant 26 ans Dubuisson professa l'histoire naturelle au Muséum de Nantes. En 1819, il publia un résumé de ses leçons. J'ai déjà parlé de ses autres travaux; je n'y reviendrai pas ici.

Dubuisson s'éteignit le 10 janvier 1836, dans un âge avancé. C'était le type du savant obligeant et modeste. Il était aimé de tous ceux qui le connaissaient.

On lui fut reconnaissant d'avoir doté Nantes d'un établissement utile, et la ville fit placer son buste dans une des salles du Musée, le 4 février 1837.

Le fondateur du Muséum ne pouvait être plus dignement remplacé que par celui qui, depuis dix ans, l'assistait comme directeur-adjoint, Frédéric Cailliaud, l'intrépide explorateur, qui, avec ses propres ressources, avait continué seul les travaux de l'expédition d'Egypte.

Cailliaud était né à Nantes le 9 juin 1787. Son père, un des entrepreneurs du quartier Graslin, le destinait à lui succéder; mais le jeune homme préféra devenir bijoutier, pour avoir l'occasion de s'occuper d'objets d'art. Il partit donc pour Paris en 1809, et il y apprit son métier, tout en suivant les cours du Muséum; puis il passa en Belgique et parcourut successivement la Hollande, l'Italie et la Sicile. Géologue en même temps qu'antiquaire, Cailliaud s'installa neuf mois près du Vésuve et en rapporta une admirable collection de minéraux. A partir de son voyage en Sicile, la vie de Cailliaud devient un véritable roman. Il part de Palerme dans une petite barque, avec quelques matelots grecs, et arrive à Constantinople. Le Sultan faisait encore des cadeaux de sabres enrichis de pierres précieuses. Cailliaud fut employé à ces travaux. Bien payé, il put se livrer de nouveau à son esprit aventureux et partit pour l'Asie-Mineure, Alexandrie et le Caire, où son atelier devint bientôt un musée. M. Drovetti, gérant du Consulat de France près du Pacha, qui étudiait aussi lui l'Egypte, vit dans F. Cailliaud un rival et vint chez lui avec des intentions hostiles. Il fut bientôt désarmé par l'ardeur juvénile de Cailliaud, et, enchanté de trouver un compagnon habitué aux voyages aventureux et prêt à braver tous les

périls, il entreprit avec lui une excursion en Nubie, jusqu'à la deuxième cataracte.

A son retour, M. Drovetti le présenta à Mehemet-Ali, qui le nomma son minéralogiste et le chargea d'aller à la recherche des mines dans les déserts et sur les bords de la mer Rouge. Cailliaud retrouva les anciennes mines d'émeraudes de Zabarah, qui n'étaient connues que par les écrits des anciens; puis il découvrit des mines de soufre, des carrières de pouzzolane, et il étudia la géologie des montagnes du désert, à l'ouest du Nil.

Lorsqu'il revint en France, ses collections furent achetées par l'Etat, et son voyage fut imprimé à l'imprimerie royale, pour faire suite au grand ouvrage sur l'Egypte.

Sur le rapport de la Commission d'Egypte, le ministre de l'intérieur décida que M. Cailliaud retournerait de nouveau dans ce pays, mais cette fois avec un caractère officiel, et un compagnon de voyage, M. Letorzec. Cailliaud fit alors 300 lieues dans les déserts de la Lybie et retrouva le temple de Jupiter Ammon; puis il obtint l'autorisation de se joindre à une armée égyptienne commandée par le fils de Mehemet-Ali, Ismaïl-Pacha, qui allait soumettre la Nubie. Dans cette expédition, il découvrit l'antique Méroë, l'ancienne capitale de l'Ethiopie, et remonta à 500 lieues au delà des frontières de l'Egypte. Là il fallut rétrograder. Une épidémie décimait l'armée et Ismaïl venait d'être assassiné. Les voyageurs français prirent les devants avec leurs collections, qu'ils avaient hâte de sauver, et revinrent en France.

Le second voyage de Cailliaud fut de nouveau imprimé aux frais de l'État, et l'auteur fut nommé chevalier de la légion d'honneur.

Tel était l'homme qui depuis dix ans donnait ses soins au Muséum de Nantes, lorsqu'il en fut nommé directeur. A partir de ce moment, on peut dire que Fr. Cailliaud consacra sa vie tout entière à la prospérité de l'établissement qui lui était confié. Sous son administration, et grâce aux relations qu'il avait établies avec le Musée de Paris, dont il était correspondant, le Muséum de Nantes fit des acquisitions précieuses : nous citerons une série de 150 moulages d'ossements fossiles offerts par le Muséum de Paris, et la collection géologique des environs de Paris donnée et étiquetée par Alexandre Brongniart. En même temps, Cailliaud portait la collection des mollusques à 2,650 coquilles, celle des madrépores à 200 espèces, et par le legs Pesneau, la collection d'insectes montait à plus de 13,000 individus.

Le conseil municipal et le conseil général avaient continué au directeur du Muséum la subvention nécessaire pour ses voyages. Cailliaud entreprit avec ces ressources la carte géologique du département et recueillit à l'appui une magnifique collection de roches et de fossiles.

En 1863 le Muséum reçut tout à coup un accroissement considérable par un legs généreux du baron Bertrand-Geslin, fils de l'ancien maire de Nantes.

Charles Bertrand-Geslin, d'une ancienne famille de cette ville, était né en 1796 à la Flèche, où des intérêts de propriété retenaient alors ses parents. Fort jeune il montra un goût prononcé pour l'histoire naturelle, et lorsque vers 1816 il vint faire ses études de droit à Paris, il ne tarda pas à se lier avec tous les jeunes hommes sérieux qui devaient se faire un nom dans la science : Victor Jacquemont, Adolphe Brongniart, Desnoyers, d'Archiac, de Verneuil et d'autres encore. Bientôt il devint l'élève particulier d'Alexandre Brongniart, qui l'associa à ses travaux et à ses voyages,

et qu'il accompagna dans une mission en Italie. Sous cette habile direction, Bertrand-Geslin apprit à observer et à voyager comme peu d'hommes savent le faire.

A son retour en France il devint un des membres fondateurs de la société d'histoire naturelle de Paris.

Il publia successivement divers mémoires, sur le gisement de Zircons hyacinthes du Puy-de-Dôme, sur le terrain gypseux d'Aix, sur le terrain de transport du Val d'Arno, et enfin il débrouilla de la manière la plus complète les formations géologiques de l'île de Noirmoutier.

Bertrand Geslin, possesseur d'une grande fortune, avait pu se former une magnifique bibliothèque d'ouvrages sur la géologie, remarquable surtout par le nombre des cartes géologiques qu'elle contient, et des collections qu'on ne peut pas évaluer à moins de 40 à 50,000 échantillons. Il avait toujours manifesté l'intention de laisser ses collections et sa bibliothèque à la ville de Nantes, à la charge par elle de fonder un cours public de géologie et de minéralogie; mais, à la suite de fatigues excessives dans un dernier voyage géologique en Belgique, il mourut le 13 octobre 1863 sans avoir eu le temps d'inscrire ce legs dans son testament. La famille du savant géologue n'hésita pas cependant à remplir ses intentions. Les collections et la bibliothèque furent remises au Muséum, et la Ville n'agit pas avec une moindre délicatesse en fondant, sans y être obligée, le cours dont elle savait que Bertrand-Geslin avait exprimé le désir. Le professeur désigné fut M. Dufour, alors directeur-adjoint du Muséum, et la première leçon eut lieu le 29 mars 1865.

L'établissement prenait donc une importance de plus en plus grande, et cet accroissement de richesses rendait de plus en plus regrettable l'exiguité du local de la rue Saint-Léonard. D'ailleurs l'humidité qu'entretenait le voisinage de l'Erdre ne cessait d'altérer gravement les objets, et l'ancien bâtiment menaçait ruine. Frédéric Cailliaud fit les plus énergiques et les plus persévérantes démarches pour arriver à faire placer les collections dans un local digne d'elles. Un grand nombre de plans furent proposés et étudiés, et, à la fin de l'année 1868, il eut le bonheur de voir jeter les fondations de l'édifice actuel. Il ne devait pas en voir l'achèvement; il mourut dès le commencement de 1869, tranquillisé au moins sur l'avenir des collections au soin desquelles il avait donné toute sa vie. F. Cailliaud fut remplacé par le directeur actuel, M. Ed. Dufour, qui s'inspira des études faites par son prédécesseur, et eut à veiller à tous les aménagements intérieurs et au classement des objets dans le nouveau local, tout en continuant, comme professeur, le cours de géologie. Vous avez pu voir, Messieurs, comment M. Dufour s'est acquitté de cette tâche difficile. Je dois ajouter que, sous sa direction, l'accroissement des collections du Muséum est devenu plus rapide encore. Tout récemment, une donation d'une magnifique collection d'insectes, qu'il a su obtenir, porte à plus de 25,000 le nombre des échantillons de cette classe.

Le Jardin des plantes de Nantes, fondé presque à la même époque que le Muséum, n'a pas une aussi illustre origine. Il me suffira de dire que, établi sur le sol d'une propriété qui avait appartenu jusqu'en 1791 au couvent des Ursulines, il commença à exister comme établissement public en 1805. Il porta dès lors le nom qu'il a aujourd'hui; mais il ne fut longtemps qu'une sorte de pépinière, affermée comme telle à divers jardiniers en renom.

L'un d'entre eux, Ant. Noisette, y fit des améliorations importantes et planta un

bon nombre d'arbres dont plusieurs servent encore à l'ornementation du jardin. Enfin, en 1840, grâce à l'initiative de M. F. Favre, maire de Nantes, on put inaugurer des travaux beaucoup plus importants, qui, sous la direction de M. le Dr Ecorchard, et après bien des temps d'arrêt, ont fait du vieux jardin celui que nous voyons actuellement.

Le Jardin des plantes de Nantes, au premier abord, ressemble beaucoup plus à une simple promenade publique qu'à un jardin sérieux, à un établissement d'instruction. Il ne faudrait pas, Messieurs, vous laisser tromper par cette apparence. Le procédé qui produit cette illusion n'est autre que celui qui a été employé dans la plantation du jardin royal de Kew, près de Londres. Il consiste tout simplement à ne laisser dans les plates-bandes de l'Ecole de Botanique que les plantes basses. Tous les arbres sont réunis ensemble et servent à former un parc; mais ils ne sont nullement plantés au hasard, et la classification naturelle est aussi bien observée dans le parc que dans les plates-bandes de l'Ecole. Tous ces arbres sont groupés par genres et par familles, les familles elles-mêmes sont disposées entre elles suivant l'ordre de leurs affinités, et la méthode, pour être un peu dissimulée, n'en existe pas moins (1).

Vous voyez, Messieurs, que si la région où nous sommes est peut-être, de toute la France, celle qui présente les sujets d'étude les plus variés, ni les naturalistes nantais, ni les autorités locales, n'ont négligé cette situation exceptionnelle. Mais notre ville a-t-elle donné, en fait de travaux, tout ce que l'État eût pu en obtenir? Je ne le crois pas. Ce qui lui manque, ce sont les grandes écoles qui eussent pu recueillir et diriger ces aptitudes, ces vocations d'observateur qu'on peut constater ici en grand nombre. C'est une chose véritablement pénible, de voir une population de 120,000 âmes, avide d'instruction, privée d'un enseignement supérieur qu'elle est si digne de recevoir. Notre premier magistrat vous disait hier, avec une conviction bien justifiée et avec une éloquence que j'admirais, « qu'ici le terrain est fécond et qu'on peut semer sans crainte ». Qu'il me soit permis d'aller plus loin et de dire : La semence est depuis longtemps en terre, et elle a commencé à germer. Je viens de vous montrer la moisson déjà verte. Que votre présence la fasse mûrir, c'est la France qui récoltera.

M. GAVARRET

Membre de l'Académie de médecine, professeur à la Faculté de médecine de Paris.

L'ACOUSTIQUE : LE TIMBRE DES SONS

— Conférence du 23 août 1875. —

(1) Ecorchard. Histoire du Jardin des plantes de Nantes. Nantes, 1853. — *Bulletin de la Société Botanique de France. Session extraordinaire à Nantes en* 1861. *Rapport sur les visites faites par la Société à divers établissements scientifiques.* — Weddell. Jardin des plantes de Nantes. — Bureau. Musée d'histoire naturelle de Nantes. — Bureau. Note sur la reconstruction du Muséum d'histoire naturelle de Nantes. Nantes, 1864, in-4°. — F. Cailliaud. Reconstruction du Musée d'histoire naturelle de Nantes. Nantes, 1866, in-4°.

EXCURSIONS

EXCURSION GÉNÉRALE A SAINT-NAZAIRE.

— 22 août 1875. —

Les excursions qui eurent lieu, pendant la durée du Congrès de Nantes, furent favorisées par un très-beau temps, et comme les années précédentes réunirent un grand nombre des membres qui assistaient à la session.

La première excursion avait Saint-Nazaire pour but; la descente de la Loire en bateau à vapeur était un des éléments de succès du programme.

Conformément au programme, les membres de l'Association se réunirent vers 6 heures 1/2, du matin, à l'embarcadère des Pyroscaphes, sur le quai de la Fosse, et s'embarquèrent sur le Pyroscaphe n° 4, renommé pour sa vitesse.

Malgré l'absence de quelques retardataires qui durent se rendre à Saint-Nazaire par le chemin de fer, à sept heures précises, un coup de canon était tiré et le vapeur se mettait en mouvement. La musique du 93e, qui accompagnait les voyageurs, jouait une joyeuse marche, elle s'est fait entendre plusieurs fois pendant le trajet, effectué en moins de trois heures.

Le voyage a été charmant. Les visiteurs ont pu à loisir admirer les belles rives de la Loire et le coup d'œil ravissant du fleuve vers son embouchure.

Vers dix heures moins un quart, on accostait à Saint-Nazaire; le maire, les adjoints et les notabilités de la ville souhaitaient la bienvenue aux membres du Congrès, pendant que la musique jouait une vive fanfare. Le cortége s'est ensuite rendu à bord du *Washington,* et a visité en détail ce magnifique transatlantique. Le capitaine et ses officiers ont fourni toutes les explications nécessaires avec une parfaite courtoisie. Les invités ont ensuite pris place au banquet qui leur était offert par la Compagnie générale transatlantique. Quatre cents couverts environ étaient dressés sous un vaste hangar, en face du *Washington.* Le déjeuner, préparé à bord du transatlantique, était irréprochable : aussi les convives y ont-ils fait largement honneur.

Au dessert, M. Balard a prononcé au nom du Congrès quelques mots de remercîments.

Les ateliers divers de la Compagnie transatlantique ont été parcourus avec intérêt par les membres qui participaient à l'excursion.

La visite des travaux du nouveau port devait remplir une partie de l'après-midi. Ces immenses travaux, qui augmenteront considérablement l'importance maritime de Saint-Nazaire, ont été l'objet d'explications données sur place par les ingénieurs des Ponts-et-chaussées chargés de l'exécution du projet, MM. de Carcaradec, ingénieur en chef, et M. Pocard-Kerviler, ingénieur.

Pendant cette visite, d'autres membres étaient allés soit aux courses de chevaux, soit aux régates qui avaient lieu et pour lesquelles la municipalité avait gracieusement adressé des invitations à l'Association.

Les excursionnistes, d'après les indications qui leur avaient été fournies, se réunirent, à 4 heures à la Mairie, où un lunch leur était offert par la municipalité de Saint-Nazaire. M. le maire de Saint Nazaire a porté plusieurs toasts, fort bien accueillis. Après lui, M. le commandeur Negri a pris la parole. Il s'est exprimé dans un français très-correct, élégant même. En quelques mots bien sentis, il a chaleureusement remercié les villes de Nantes et de Saint-Nazaire du bon accueil fait aux savants étrangers. Il s'est lancé ensuite dans une brillante improvisation, pleine de finesse et d'à-propos. En rendant hommage à la science, à l'industrie, au commerce et aux admirables instruments qu'ils mettent en œuvre, il a été amené à parler du beau transatlantique visité le matin, le *Washington*. Ce nom a servi de thème à quelques allusions applaudies avec enthousiasme : M. Negri a souhaité à la France toutes les prospérités, avec et par le développement des institutions libérales.

M. Negri a été plusieurs fois interrompu par de bruyants bravos.

M. Colombel, adjoint de Nantes, a succédé à l'éminent étranger. La situation était difficile pour l'orateur. On le sait, une sorte de rivalité, provenant de malentendus qui tendent à se dissiper tous les jours, semble exister entre les deux ports de la Loire. Au lieu de tourner la difficulté, l'adjoint de Nantes l'a franchement abordée de front. Il a prouvé sans peine, avec une éloquence émue, mais empreinte d'une logique rigoureuse, que les intérêts des deux villes, loin d'être opposés, étaient communs; que la prospérité de l'un devait forcément s'étendre à l'autre; qu'en s'enrichissant, Nantes faisait la fortune de Saint-Nazaire. M. Colombel a évité ce qui désunit pour chercher ce qui unit : il a bu aux deux villes sœurs, aux applaudissements de toute l'assistance.

De la mairie, les invités se sont rendus à la gare, où le train qui devait les ramener à Nantes était sous vapeur. Le retour s'est effectué sans incident.

Les visiteurs ont été enchantés de cette réception si cordiale et de leur charmant mais trop court voyage à Saint-Nazaire.

La journée n'était pas terminée cependant : les membres de l'Association étaient conviés par la Municipalité à une fête qui avait lieu le soir dans le Jardin des Plantes. Des illuminations brillantes, un concert, un feu d'artifice, avaient attiré une foule considérable : l'aspect du Jardin, si bien vallonné et éclairé *à giorno*, était réellement féerique.

EXCURSION GÉNÉRALE A COUERON, LA BASSE-INDRE, ET INDRET.

— 24 août 1875. —

L'excursion du 24 août devait ramener les membres de l'Association sur la Loire ; mais personne ne le regrettait, tant la promenade avait paru agréable lors de l'excursion de Saint-Nazaire. Aussi 280 personnes environ s'étaient fait inscrire pour ces visites qui, au point de vue scientifique et industriel, étaient particulièrement intéressantes. Le départ avait été fixé à 8 heures du matin : à l'heure précise, le Pyroscaphe s'éloignait du quai aux sons d'une entraînante marche jouée par la musique du régiment d'artillerie de Rennes, que la municipalité de Nantes avait fait venir pour la durée du Congrès et qui accompagnait l'excursion.

Après un voyage assez court, pendant lequel plusieurs membres donnèrent d'instructives explications tant sur les questions qui se rattachent à la Loire que sur les industries que l'on allait visiter, le pyroscaphe s'arrêta à Couëron. Les membres furent reçus au débarquement par le maire de Couëron et par les propriétaires de l'usine, MM. Bontoux et Taylor, qui conduisirent les excursionistes et leur firent parcourir successivement les diverses phases du traitement des minerais de plomb argentifère. Nous avons pu recueillir sur cette usine importante les renseignements statistiques suivants.

L'usine a été construite en 1860 ; et 1861 a été sa première année de travail. — Elle a été conçue et bâtie à une époque où les plombs étrangers étaient frappés d'un droit de *F. 60* à leur entrée en France, par tonne de 1,000 kil. — Les minerais au contraire ne payaient pas de droit. — Il était donc naturel d'aller chercher des minerais de plomb à l'étranger pour les fondre en France et y vendre le plomb qu'on en retirerait. — On était assuré d'un large bénéfice.

Mais à peine l'usine était-elle allumée que les traités de commerce de l'empire furent conclus et les droits sur le plomb étranger d'abord réduits de moitié, puis entièrement abolis en 1863. — Les plombs étrangers se précipitèrent sur le marché français et toutes les fonderies françaises qui s'alimentaient auparavant de minerais étrangers éteignirent leurs fours et liquidèrent leurs opérations. — Couëron seul résista à ce bouleversement de tous les calculs qui avaient amené sa création, et, grâce à des méthodes de travail perfectionnées, non-seulement vécut, mais prospéra et se développa.

Le système employé est celui des fours à réverbère anglais avec un très-grand développement donné en vue d'une condensation presque parfaite du plomb volatilisé et entraîné par le tirage des fours) aux galeries aboutissant à la cheminée principale. — Un fourneau à vent refond les résidus des fours à réverbère et quelques minerais siliceux.

Les minerais viennent pour la plupart de l'île de Sardaigne et quelques-uns d'Es-

pagne ; une faible partie seulement est fournie par la France. — Quelquefois aussi des plombs argentifères sont achetés en Espagne et désargentés à Couëron.

La méthode de désargentation est le patinsonnage anglais, la meilleure méthode qu'on ait encore trouvée pour des plombs pauvres en argent, c'est-à-dire au dessous de 500 grammes par tonne de plomb.

Les plombs enrichis sont ensuite passés au fourneau de coupelle et l'argent en lingot vendu à Paris.

L'usine se compose maintenant, outre les appareils mécaniques de déchargement des navires venant de l'Océan dans la Loire devant l'usine, d'un laboratoire d'essai, d'un broyeur pour les minerais, de 8 fours à reverbères, un four d'épuration des plombs, 1 four à refondre les crasses du patinsonnage, 1 fourneau à vent et sa machine à vapeur, 15 chaudières Pattinson et tous les accessoires de ces ateliers.

Depuis 1860 jusqu'à fin 1874, soit en 14 années, l'usine a traité 39161 tonnes de minerais de plomb argentifère et 3860 tonnes de plombs riches, qui ont fourni pour le commerce ensemble 31506 tonnes de plomb marchand et 10681 kil. d'argent fin.

L'établissement s'est naturellement développé progressivement. — Aujourd'hui il est en mesure de fondre 500 tonnes de minerais de plomb par mois, soit 6000 tonnes par an. — Avec les variations de teneur des minerais, cela peut donner de 4000 à 4500 tonnes de plomb par an.

Diverses industries se rattachant au plomb, principalement le laminage du plomb en tuyaux et en tables et la fabrication du minium, se sont développées considérablement à Nantes comme clientèle de l'usine de Couëron.

Les combustibles employés à la fonderie viennent tous d'Angleterre par mer.

Les ouvriers employés à ces divers travaux sont au nombre de 80 environ et leur salaire journalier est en moyenne de 3 f. 25.

La visite de l'usine de MM. Bontoux et Taylor se serait prolongée pendant longtemps encore, si le programme de la journée n'avait été fort chargé et si l'on n'eût dû partir à heure fixe. Un appel de trompette donna le signal de l'embarquement; peu après le bateau à vapeur quittait le rivage et s'arrêtait après un court trajet en face des forges de la Basse-Indre. Les excursionistes furent reçus par MM. Langlois, propriétaires de l'usine, qui les conduisirent dans les divers ateliers; la coulée de la fonte, le travail du forgeage, du laminage du fer intéressa vivement même les membres qui avaient déjà eu l'occasion d'assister à de semblables visites. Nous regrettons de ne pouvoir présenter quelques données statistiques sur cet établissement, dont les produits sont justement estimés.

On s'embarque de nouveau et le pyroscaphe traversant la Loire nous amène à quai en face de l'établissement d'Indret : le débarquement s'effectue assez rapidement, car l'heure est avancée et les excursionistes ont hâte de se rassembler autour du déjeuner qui est servi sous une grande tente établie à cet effet le long d'une promenade ombragée, au bord de la Loire. M. de Robert, directeur de l'établissement d'Indret et les ingénieurs présents acceptent de partager ce repas dans un site enchanteur et qui arrive à point pour nombre d'estomacs affamés.

Le déjeuner terminé, les ingénieurs guident les excursionistes dans les diverses parties de ce bel établissement, qui appartient au Ministère de la Marine, et malgré la chaleur accablante, on suit avec intérêt les diverses parties des opérations multiples qui s'effectuent dans les nombreux ateliers, dont la propreté, l'ordre, on dirait

presque le luxe, frappent les yeux de tous les visiteurs. Une coulée importante, celle d'un grand cylindre de machine à vapeur, avait été préparée et couronna d'une manière tout à fait digne cette visite, à laquelle tout le monde regretta de ne pouvoir consacrer plus de temps.

Les excursionistes étaient rentrés à Nantes vers 6 heures du soir, après une journée bien remplie et qui laissa d'excellents souvenirs à tous les membres qui y avaient pris part.

EXCURSION FINALE.

— 26, 27, 28 et 29 août 1875. —

Le programme de l'excursion finale, qui comportait une visite à Vannes, à Gavr'inis, Carnac, Locmariaquer, Auray, Belle-Ile-en-Mer, etc., était l'une des grandes attractions du Congrès et beaucoup de membres étaient dans l'intention de prendre part à ce petit voyage, qui devait durer trois jours. Mais les dispositions qu'il était nécessaire de prendre à l'avance montrèrent qu'il y avait impossibilité à ce que plus de 120 personnes séjournassent dans chacun des endroits où l'on devait s'arrêter, ce qui limitait le nombre des excursionistes; mais en présence des inscriptions et des réclamations qui se produisirent lorsqu'on annonça la limitation de ces excursions, il fallut aviser ! On parvint heureusement à vaincre les difficultés qui se présentaient en organisant deux groupes qui devaient visiter les mêmes localités dans le même temps, mais dans un ordre différent. Les deux programmes furent réglés comme suit :

	1er Groupe	**2e Groupe**
26 août. —	*Départ de Nantes (Gare de la Bourse) à 7 h. 30 du soir par train spécial.*	
	Coucher à Vannes.	Coucher à Auray.
27 août. —	Vannes.	— Auray, Plouharnel.
	Visite de Gavr'inis.	Carnac, retour à Auray.
	Coucher à Auray.	Coucher à Lorient.
28 août. —	Plouharnel, Carnac.	— Belle-Ile-en-Mer.
	Coucher à Auray.	Coucher à Vannes.
29 août. —	Locmariaquer, Belle-Ile-en-Mer, Lorient.	— Gavr'inis, Auray.

Retour à Nantes.

Nous allons exposer sommairement le compte rendu de l'excursion du 1er groupe.

VANNES.

Le 27 août, au matin, le programme porte l'indication d'une visite au musée archéologique où l'on se trouve réuni de bonne heure. Ce musée, qui est installé dans une vieille tour, est rempli d'antiquités celtiques d'une grande valeur, provenant de fouilles pratiquées dans les tumuli du Mont-Saint-Michel, de Carnac, dans ceux de la presqu'île de Rhuis, de l'île de Gavr'inis, de Locmariaquer, etc. Des armes, des bijoux, des colliers et des monnaies celtiques, de nombreuses monnaies des premiers temps mérovingiens frappées en Bretagne aux Ve et VIe siècles, des statuettes et des figurines en bronze, des vases funéraires, des poteries trouvées dans l'emplacement des anciennes villas gallo-romaines des côtes du Morbihan, des sceaux d'abbayes du moyen âge, des fragments des statues tumulaires du duc Arthur Ier et d'Yolande d'Anjou, première femme du duc François II, des armures, des dalmatiques brodées du XVIe siècle, une ancienne tapisserie d'Aubusson, jadis exécutée pour la tenue des États de Bretagne, etc., font du Musée de Vannes une des plus riches collections de France et d'Europe.

A la suite de cette visite, la plupart des membres se rendirent à l'hôtel du comte de Limur pour y parcourir les remarquables collections recueillies par ce savant: galeries de minéralogie comprenant une remarquable série de nombreux et magnifiques échantillons se rapportant spécialement aux terrains de la Bretagne, vieux meubles, objets d'art divers, etc., que leur propriétaire montrait avec la plus parfaite urbanité.

LE MORBIHAN. — L'ILE DE GAVR'INIS

Après un retard causé par la marée, un petit vapeur arrivait à Vannes et les excursionistes s'y embarquaient aussitôt pour parcourir une partie du Morbihan. Un temps magnifique favorisait cette promenade, qui est tout à fait pittoresque, et c'est par un soleil ardent que le débarquement s'effectue à Gavr'inis, où le propriétaire de l'île, M. de Closmadeuc, reçoit les membres du Congrès avec une affable cordialité.

Après un déjeuner champêtre, les excursionistes visitent le curieux tumulus de l'île, incomparable monument des premiers âges de la Gaule.

Le tumulus de Gavr'inis est composé de pierres amoncelées : c'est un cône dont la base a 50m de diamètre. Le monument intérieur apparaît comme une large galerie couverte, ouvrant sur le côté est du tumulus, et composée de deux rangées de menhirs qui constituent les parois et de plusieurs tables de dolmen horizontalement placées sur l'extrémité des supports Cette galerie aboutit à une chambre spacieuse à peu près rectangulaire formée également par un certain nombre de pierres verticales surmontées d'une énorme table de granit.

Ces pierres, dont quelques-unes sont de grandes dimensions, sont pour la plupart d'un grain complétement étranger à l'île; des sculptures formées de courbes concentriques, de lignes rayonnantes, etc , couvrent la surface de plusieurs d'entre elles

et ajoutent à l'intérêt de ce tumulus pour une description plus détaillée duquel nous renvoyons à l'étude complète qu'en a faite M. le docteur de Closmadeuc (1).

Il faut quitter l'île de Gavr'inis à la hâte, car l'heure s'avance : on s'embarque sur le *Belle-Illois*, qui nous emporte à toute vapeur. Nous apercevons à l'horizon Locmariaquer, où l'on s'embarquera le surlendemain, et nous pénétrons dans la délicieuse rivière d'Auray, que nous remontons tant que la marée descendante ne vient pas arrêter notre vapeur faute d'eau, nouveau contre-temps que les flots nous apportent. Auray n'est pas loin heureusement et l'on s'y rend facilement, qui par la route, qui en canot; on arrive à temps pour y rencontrer le 2e groupe, qui quitte la ville pour nous céder la place et se rendre à Lorient.

AURAY, PLOUHARNEL, CARNAC.

La journée comporte une excursion en voiture pour laquelle le départ est fixé à 10 h. du matin seulement; aussi la plupart des membres profitent de la matinée pour visiter la jolie petite ville d'Auray, si coquettement située, la chapelle de Sainte-Anne-d'Auray, la Chartreuse, etc.

Les excursionistes se rendent d'abord à Plouharnel, où l'on visite un curieux tumulus formé de trois chambres inégales précédées d'une allée couverte; non loin de là, on se rend au hameau de Corcoro où se dresse le plus vaste dolmen du Morbihan : plusieurs pierres debout supportent deux tables de granit dont l'une a un volume d'environ 38 mètres cubes; la table de ce domen est très-élevée et on peut se tenir debout dans la chambre, dont elle forme le plafond.

Carnac, où nous nous rendons ensuite, est célèbre par la grande quantité de menhirs qui constituent les *alignements*. Bien que ces menhirs aient été détruits en grande partie depuis trois siècles, il en reste de magnifiques vestiges. Les avenues de menhirs sont au nombre de 10 formées par onze alignements dont on voit encore nettement les traces: elles n'ont pas moins de 1500 mètres de longueur, en y comprenant une lacune de 200 mètres. Ce n'est point ici le lieu d'étudier l'explication de ces menhirs accumulés : il ne semble pas que jusqu'à présent on ait pu déterminer avec quelque probabilité leur usage dans les temps passés.

Le tumulus du *Mont-Saint-Michel* appelle l'attention des excursionistes : du sommet de l'éminence formée par des pierres amoncelées en cône et qui a été fouillée et étudiée complétement il y a quelques années, se dresse une chapelle d'où l'on jouit d'un panorama merveilleux, la mer s'étend à l'horizon découpée par la pointe de Quiberon par Belle-Isle, par les îles Houat et Haedik; du côté opposé, la vaste plaine de Carnac se développe à la vue avec les innombrables menhirs qui en hérissent la surface.

D'un autre côté, les excursionistes vont visiter les fouilles faites non loin de Carnac par M. Smith, archéologue anglais, qui a découvert de nombreuses traces de l'occupation romaine : à Carnac même, on parcourt plus rapidement qu'il ne conviendrait le musée municipal à la formation duquel M. Smith a grandement contribué et sa collection particulière dont il fait les honneurs aux membres du congrès avec une grande affabilité.

(1) *L'Ile de Gavr'inis et son monument*, par G. de Closmadeuc, Vannes, 1864.

LOCMARIAQUER, BELLE-ILE EN MER, LORIENT.

Le départ a lieu de bonne heure par voiture : il s'agit en effet, avant de s'embarquer sur *l'Euménide*, que M. le Ministre de la Marine a bien voulu mettre à la disposition du Congrès pour cette excursion, de visiter Locmariaquer.

Locmariaquer présente à étudier des ruines gallo-romaines et des monuments celtiques plus intéressants à tous égards : parmi les plus curieux, il faut citer le *Men-er-Groach* et la *table de César*. Le premier est le plus grand des dolmens qui existent dans le Morbihan : actuellement, il gît à terre, brisé en plusieurs fragments : l'un de ceux-ci n'a pas moins de 12^{m} de longueur.

Les excursionistes s'arrachent non sans peine à la vue et à l'étude de ces magnifiques débris des temps anciens, car le temps est compté, et l'on s'embarque sur l'*Euménide*. Le commandant, M. Delhaye, et les officiers, reçoivent les membres de l'Association avec une aimable cordialité; l'ancre est levée et l'on cingle vers Belle-Ile en traversant une mer clémente dont pas une vague ne ride la surface. Après une courte traversée on débarque au Palais : malheureusement les heures de marée sont telles que l'on ne peut rester que fort peu de temps à Belle-Ile et que l'on ne peut penser à visiter complétement ce pays intéressant : il est impossible de voir la *mer Sauvage*, une des plus belles curiosités naturelles de la France, à moins de se décider, ainsi que l'ont fait plusieurs membres, à abandonner l'excursion et de rester à Belle-Ile jusqu'au lendemain.

On part à trois heures, avec une mer qui. bien que n'étant pas agitée, est loin d'être aussi calme que le matin. On débarque à Lorient à 6 heures et l'arrivée à terre est le signal de la séparation : là finit le programme de l'excursion, en effet, et tandis que les uns partent dès le soir pour Nantes ou Paris, les autres restent à Lorient pour visiter le port militaire et l'arsenal.

Les excursions qui ont eu lieu pendant la durée du Congrès de Nantes ont été dignement couronnées par le petit voyage que nous venons de raconter sommairement. Mais les difficultés qui se sont présentées à diverses reprises, et que l'on n'a pas toujours pu lever aussi complétement qu'on l'aurait voulu, font penser qu'à moins de circonstances particulières il faudra renoncer pour l'avenir à des excursions absolument générales et qu'il y aura lieu de faire, comme on y a été conduit à l'Association Britannique pour l'avancement des sciences, simultanément plusieurs excursions : trop souvent les ressources matérielles manqueraient pour arriver à réunir plusieurs centaines de personnes et la réussite de plusieurs expéditions séparées paraîtra préférable à l'insuccès d'une excursion générale.

VISITES

AUX ÉTABLISSEMENTS SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELS DE NANTES.

Le succès qu'avaient eu dans les sessions précédentes quelques visites à divers établissements intéressants au point de vue scientifique pur ou au point de vue industriel avait conduit le Conseil d'administration à demander au Comité local de vouloir bien préparer de semblables visites et de demander à l'avance des renseignements sur les établissements qu'il serait possible de visiter. Nous donnons ci-après l'indication des visites qui ont été faites, avec les renseignements qu'il nous a été possible de nous procurer.

L'importance des établissements ainsi visités, l'intérêt qui s'attachait à tout ce qui mettait en évidence l'activité intellectuelle de la ville de Nantes, dans ses manifestations de divers genres, ont fait regretter de n'avoir qu'un temps restreint à consacrer à chacun d'eux.

ÉCOLE PRÉPARATOIRE A L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR DES SCIENCES ET DES LETTRES.

L'inauguration de l'École supérieure des Sciences et des Lettres de Nantes a eu lieu le 3 novembre 1855. Une décision impériale, en date du 30 mars, rendue conformément aux dispositions du décret du 22 août 1855, s'appliquant aux villes dépourvues de Facultés, consacra l'existence de cette fondation.

A Nantes, il n'avait été créé dans cette ville, jusqu'en 1855, qu'un cours de botanique, professé au Jardin des plantes par M. le docteur Ecorchard. L'ingénieur des mines faisait pendant l'hiver quelques leçons de chimie générale, et depuis 1849 M. Bobierre professait, dans un local appartenant à la mairie, un cours de chimie appliquée aux arts et à l'agriculture qui réunissait un grand nombre d'auditeurs. L'empressement du Conseil municipal de Nantes à réclamer de l'Etat la fondation d'une *École préparatoire à l'enseignement supérieur des sciences et des lettres* s'explique donc facilement, et les faits justifièrent cet empressement.

Neuf professeurs sont à Nantes chargés des cours suivants :

Mathématiques. — Mécanique. — Physique. — Chimie. — Histoire naturelle. — Botanique. — Littérature française. — Histoire et géographie. — Dessin.

L'enseignement de presque tous les professeurs comporte deux années et a lieu deux fois par semaine. Tous les cours sont professés le soir, de sept à neuf heures, dans trois salles suffisamment spacieuses. Le directeur actuel, M. Bobierre, en

même temps professeur de chimie, et qui a succédé en 1866 à M. Achille Comte, a organisé une intéressante comptabilité des présences aux divers cours, de laquelle il résulte que le nombre moyen des auditeurs, qui était de 50,2 pour l'année 1866-67, s'est élevé à 79,6 pour l'année 1874-75.

Ces chiffres établissent de la manière la plus claire la progression des auditeurs aux cours de l'École supérieure de Nantes.

Les programmes des cours, délibérés chaque année en assemblée des professeurs, sont soumis au Ministre de l'instruction publique. L'Inspecteur d'académie et le Directeur de l'école sont chargés d'en surveiller l'application. Chaque semaine, le Recteur est tenu au courant des enseignements et du nombre des auditeurs. Le régime des Facultés est d'ailleurs appliqué aux écoles supérieures pour l'administration et la comptabilité. Mais il convient désormais de parler de celle-ci.

Le budget de l'École de Nantes représente une dépense de 19,100 francs supportée par la ville. Cette dépense se décompose ainsi :

Personnel	14.200 fr.
Matériel et frais d'enseignement.....	2.900
	19.100 fr.

Les professeurs ont 1,500 francs d'appointements, les préparateurs 666 francs, et si des 2.900 francs affectés au matériel on déduit le chauffage, l'éclairage, les frais de bureau et l'entretien du mobilier, on reconnaît que les cours de chimie, de physique, d'histoire naturelle et de botanique ont à se partager pour frais d'expériences et achat d'instruments *la somme de quinze cents francs !!* C'est avec de telles ressources que l'École cependant a trouvé le moyen de fonctionner dans des conditions satisfaisantes. Il est vrai que le cabinet de physique du Lycée est souvent mis à contribution pour des emprunts, et que si le professeur de chimie en était réduit aux largesses du budget, il lui serait matériellement impossible de maintenir la partie expérimentale de son enseignement au niveau offert par les Facultés. Sans insister sur ces questions de détail intérieur, constatons que, grâce à des efforts inouis et à un ordre poussé à l'extrême, le cabinet de physique s'enrichit chaque année, et que les cours de botanique et d'histoire naturelle possèdent une remarquable collection de planches murales exécutées par les préparateurs de l'établissement.

Il nous suffira, du reste, pour établir le véritable niveau intellectuel des chaires, de rappeler les noms des professeurs les plus connus qui les ont successivement occupées depuis 1855. Nous ferons remarquer que *tous* les professeurs étaient agrégés de l'Université, docteurs ès sciences, docteurs ès lettres, docteurs en médecine ou sortant de l'École polytechnique. *Mathématiques :* MM. Lemonnier, Planes et Laroque ; *Mécanique*, M. Ménard ; *Physique* : MM. Maurat et Labresson ; *Chimie*, M. Bobierre ; *Histoire naturelle :* MM. Achille Comte, Calloch, Vignard et Lapeyre ; *Botanique*, M. Ecorchard ; *Histoire :* MM. Grégoire, Mourin, Chotard, Blain et Carissan ; *Littérature :* MM. Gidel, Bertin, Anthoine, Sarradin et enfin M. Chantavoine.

Telles sont les conditions dans lesquelles fonctionne l'École supérieure de Nantes, qui a rendu de grands services, en répandant à Nantes de précieuses connaissances scientifiques et littéraires, en y développant le goût de l'étude et en donnant la mesure des espérances que l'on est en droit de concevoir pour l'avenir.

LES HOPITAUX ET L'ÉCOLE DE MÉDECINE.

Nantes possède deux grands hôpitaux, l'Hôtel-Dieu et l'Hospice général.

L'Hôtel-Dieu. — L'Hôtel-Dieu, situé presque au centre de la ville, dans une des nombreuses îles de la Loire, est construit à peu près sur le modèle de l'hôpital de Lariboisière de Paris, mais sur de plus grandes proportions, et contient près de 1,200 lits.

C'est en 1856 que fut posée la première pierre de ce vaste et magnifique établissement, construit sur les plans d'un habile architecte, feu M. Chenantais, mais il ne fut complétement livré aux malades qu'en 1865.

L'Hôtel-Dieu occupe un vaste espace de forme quadrilatère, présentant sur sa façade la chapelle, de chaque côté de laquelle sont deux pavillons carrés, contenant l'un les bureaux et des logements divers, l'autre l'École de Médecine.

Sur le côté opposé et séparé des bâtiments de la façade par la cour d'honneur, se trouve un bâtiment contenant la cuisine, la paneterie, la pharmacie, la lingerie, etc.

Le rez-de-chaussée de la partie postérieure de ce bâtiment est occupé par les bains, divisés en bains des hommes et bains des femmes. L'installation de ces bains est convenable. Le nombre des baignoires est suffisant; les cabinets bien disposés.

L'hydrothérapie est rudimentaire, mais nous avons appris que l'administration, qui a eu de grands frais de réparations à supporter après l'inondation de 1872, se propose, aussitôt que ses ressources le lui permettront, de faire établir un service hydrothérapique digne des autres services de l'Hôtel-Dieu.

De chaque côté de la cour d'honneur et sur les parties latérales du quadrilatère que nous venons de décrire, sont branchés quatre pavillons isolés, reliés les uns aux autres par de larges couloirs vitrés qui entourent la grande cour, et se prolongent sur les côtés du massif central, et dont chacun est séparé du pavillon voisin par un préau suffisamment large et parfaitement aéré.

Le renouvellement de l'air de ces cours plantées est d'autant mieux assuré, qu'elles sont d'abord largement ouvertes à leurs deux extrémités et que leur direction est parallèle à la Loire, qui coule, à Nantes, de l'ouest à l'est, direction des vents régnant le plus souvent.

Chaque pavillon a trois étages, rez-de-chaussée, premier et deuxième étage; au dessus, des greniers qui ont été faits avec l'intention de n'être jamais utilisés pour recevoir des malades.

Les salles sont de 36 lits et occupent presque toute la longueur du pavillon. Cependant, à l'extrémité qui aspecte vers le centre de l'Hôtel-Dieu, est un escalier desservant les étages supérieurs et des cabinets de service. A l'extrémité opposée se trouvent : à droite, un cabinet à deux lits pour certains malades à isoler; au centre, un vestibule aéré par une large fenêtre; à gauche, les closets, à peu près inodores et bien tenus, et un cabinet où sont installés des lavabos pour les malades.

La même disposition se retrouve à tous les étages et presque dans tous les pavillons.

Cependant le quatrième pavillon de gauche, dans lequel sont installées la maternité hospitalière et la clinique d'accouchements de l'École de Médecine, est divisé en petites salles à chaque étage.

Il en est de même du rez-de-chaussée du troisième pavillon, qui loge la crèche et une salle de petites filles du deuxième âge.

Entre chaque pavillon, derrière le cloître, et n'occupant que la hauteur du rez-de-chaussée, est une salle bien éclairée et aérée, dont l'attribution dépend du service auquel elle confine.

Pour compléter cette esquisse rapide de l'Hôtel-Dieu, il ne nous reste plus qu'à ajouter que de vastes terrains en dépendant le bornent de tous les côtés.

Le nord est occupé par une immense place avec deux beaux squares. Au midi, s'étend une grande cour, servant de séchoir et contenant encore la buanderie, le logement de l'économe, un poulailler, des écuries. A l'est, longeant la chaussée de la Madeleine, est un beau jardin à légumes; à l'ouest, un potager.

L'Hôtel-Dieu paraît réunir beaucoup des conditions hygiéniques les plus désirables.

L'École de Médecine. — C'est dans un des deux pavillons de la façade principale de l'Hôtel-Dieu qu'est placée l'École de Médecine, et telle est la bonne disposition des deux bâtiments, que l'École n'est nullement gênante pour l'hôpital, et que l'hôpital n'impose aucune contrainte à l'École.

Un grand vestibule et de larges couloirs desservent tout le bâtiment de l'École.

Il y a deux amphithéâtres de cours pouvant contenir chacun 120 auditeurs commodément assis.

A l'amphithéâtre de chimie est annexé un laboratoire assez bien installé, avec une salle contiguë contenant les collections de matière médicale d'un usage quotidien.

Près de l'autre amphithéâtre, qui sert à la plupart des cours, est le cabinet du chef des travaux anatomiques, et celui des prosecteurs; puis la salle de dissection des élèves, contenant sept belles tables de marbre noir, qu'il serait facile et peu dispendieux de tripler d'étendue, tout en lui conservant les conditions de lumière, d'aération et de salubrité qu'elle présente si complètes aujourd'hui.

L'École possède de belles salles de collections, dont les vitrines sont luxueuses, avec un musée anatomique déjà très-riche en excellentes préparations d'anatomie normale et pathologique, dont le nombre s'accroît chaque année.

Le musée anatomique s'appelle le Musée Hélie.

C'est le nom du savant anatomiste qui peut en être regardé comme le fondateur, et qui, pendant trente ans, 1837-1867, consacra son temps à la prospérité de l'École.

A côté du musée anatomique est une riche collection de matière médicale, et une autre, assez complète, de minéralogie.

La bibliothèque, qui confine aux musées, est évidemment la partie défectueuse de l'École. Les volumes y sont assez nombreux, mais la plupart appartiennent à d'anciens ouvrages de médecine provenant de dons particuliers.

Nous avons appris, du reste, que la bibliothèque sera largement dotée le jour où l'École pourra recevoir l'extension qu'elle mérite.

Au rez-de-chaussée du bâtiment se trouvent encore: le salon des professeurs; une salle, dite des conférences, spécialement consacrée aux recherches histologiques, et une troisième salle occupée par le Conseil central d'hygiène et de salubrité du département.

Enfin, au bâtiment de l'École est annexé un jardin botanique de plantes médicinales, en plein rapport, et qui ne possède pas moins de 600 plantes classées soigneusement et étiquetées pour l'étude.

En somme, l'École de médecine de Nantes possède une installation très-convenable et des plus commodes. Son organisation actuelle lui permet de donner une solide instruction à ses cent auditeurs.

A l'Hôtel-Dieu, deux salles de trente-six lits chacune, une salle d'hommes et une salle de femmes, servent aujourd'hui à la clinique médicale de l'École; deux salles semblables sont affectées à la clinique chirurgicale. Il serait très-facile de créer deux autres services de clinique aussi nombreux; de sorte que quatre cliniques pourraient, au besoin, fonctionner régulièrement toute l'année.

Outre les maladies ordinaires aux contrées de l'Ouest, les relations multipliées de Nantes avec les diverses colonies ont l'avantage de permettre d'observer dans les hôpitaux les maladies des pays chauds.

Dans les services chirurgicaux, les opérations sont très-fréquentes, nécessitées par les accidents inévitables dans les grandes usines, si nombreuses à Nantes et dans les environs, et puis aussi par les travaux du port.

Les salles d'enfants, de vénériens, de maladies de la peau, etc., fournissent aisément les éléments de cliniques spéciales.

A la Maternité, qui occupe un pavillon particulier de l'Hôtel-Dieu, le nombre des accouchements est en moyenne de cent cinquante par an.

La présence à l'Hôtel-Dieu des militaires malades devient quelquefois, pour les étudiants, une source d'observations très-intéressantes.

La mortalité est en moyenne de quatre cents décès par an à l'Hôtel-Dieu : de ce chiffre, il faut retrancher à peu près cent corps réclamés par les familles; trois cents cadavres sont abandonnés aux dissections, et peuvent par conséquent servir aux travaux anatomiques et à la médecine opératoire.

A ce chiffre déjà élevé il deviendrait facile de joindre les corps des indigents et des aliénés non réclamés par les familles et qui meurent à l'Hospice général.

L'Hospice général. — L'Hospice général, ou l'hôpital Saint-Jacques, est situé à l'extrémité de la ligne des ponts.

L'Hospice général occupe un espace considérable. La superficie totale de l'établissement est de 14 hectares 60 ares 38 centiares. L'annexion de l'atterrissement conquis sur la Loire par les remblais faits depuis plusieurs années par les aliénés donnera un accroissement de 2 hectares.

Sa population moyenne comprenait, au 8 octobre 1875 :

Vieillards des deux sexes.....	233
Orphelins et enfants assistés.....	107
Enfants malades (succursale de l'Hôtel-Dieu).	61
Aliénés	665
Agents du service hospitalier	525
Total.....	1591

Cet hospice, comme on le voit, est destiné aux vieillards infirmes, aux épileptiques, au traitement des aliénés du département et aux orphelins.

L'administration des hôpitaux y a établi depuis longtemps une succursale de

l'Hôtel-Dieu, dont l'importance varie suivant les nécessités du service. De nombreux pensionnaires, moyennant une pension minime, trouvent place dans ce vaste établissement.

Les plans de l'asile des vieillards furent faits par MM. Douillard frères, architectes, sur les données de MM. de Tollenare.

Les bâtiments de l'asile des aliénés occupent une partie de terrain de plusieurs mètres moins élevé que les pavillons habités par les vieillards, mais s'étendent parallèlement à ces derniers sur une longueur de 480 mètres.

Pour les constructions de l'asile des aliénés, Esquirol, qui était alors à l'apogée de sa réputation, fut consulté.

Les constructions de Saint-Jacques furent commencées en 1828, et les malades du Sanitat y furent transportés en 1834.

Les bâtiments qui forment les 5e, 6e, 7e, 8e et 9e sections du quartier des aliénés hommes et femmes, furent élevés en 1846 sur les plans de MM. Douillard et sous l'inspiration de M. le docteur Bouchet, alors médecin en chef de l'asile.

Depuis cette époque, le quartier des aliénés a subi d'importantes améliorations : ainsi, de 1867 à 1871, deux magnifiques pavillons, complétement isolés, ont été construits pour les pensionnaires aliénés des deux sexes.

Le plan de ces nouvelles constructions a été dressé sur les indications de M. le docteur Petit, médecin en chef de l'asile, par M. Nau père, architecte des hospices, et M. Nau fils, succédant à son père décédé, a présidé à l'exécution.

Bientôt vont être commencés, dans la division des femmes, deux nouveaux pavillons comprenant, l'un une section d'agitées au rez-de-chaussée et un dortoir au premier étage, l'autre un ouvroir complet.

Plus tard, deux pavillons semblables seront construits du côté des hommes.

Tel qu'il est, et dans son ensemble, l'Hospice général est un magnifique hôpital admirablement situé et très-salubre.

C'est un des établissements de France les plus importants de ce genre.

Outre les deux grands hôpitaux dont nous venons de parler, il y a encore à Nantes :

L'Hospice des incurables, dit hospice de la Providence, et dans lequel les femmes seules sont admises comme pensionnaires;

L'asile dit des Vieillards de Sainte-Anne, établi dans le passage Russeil, quartier de Bel-Air, près de la route de Rennes. Cet utile établissement, qui prend chaque année plus d'importance, est de date récente. Il a été créé par un legs de M. Urvoy de Saint-Bedan, le même qui a donné au musée de Nantes sa splendide collection de tableaux, si riche en Brascassat;

La Maison de Saint-Joseph, ou dépôt de mendicité, établissement des plus intéressants, où sont entretenus par des souscriptions particulières et par une allocation municipale plus de trois cents vieillards des deux sexes, et où va se fonder incessamment un asile pour les aveugles.

L'INSTITUTION NOTRE-DAME, FONDÉE EN 1846 PAR M. E. LIVET.

M. Eug. Livet, fondateur et directeur de l'institution Notre-Dame, après avoir acquis les connaissances nécessaires à sa profession, soit par la pratique dans divers

emplois de l'instruction primaire (instituteur, puis maître-adjoint dans une école normale), soit par l'étude approfondie des ouvrages de pédagogie des maîtres les plus expérimentés, prit à Nantes, en 1846, la direction d'une petite école primaire libre, établie dans un local aussi triste que restreint, et qui comptait à peine cinquante élèves externes.

Les commencements furent pénibles. M. Livet était étranger à la ville et n'y connaissait personne ; de plus, l'enseignement libre est rarement encouragé par les autorités, qui l'ont, et souvent avec raison, en défiance : d'autre part, pour avoir la confiance des familles, il aurait fallu leur offrir un vaste établissement, tel que, le plus souvent, peuvent seules en installer les administrations ou les corporations religieuses.

M. Livet n'avait d'autres ressources que sa bonne volonté et son expérience, il les mit en usage avec une persévérance, un courage et un esprit de suite qui devaient, à la longue, amener d'heureux résultats.

En 1848, il s'installa dans un autre local, qui lui permit de réunir près de deux cents élèves. Ce local, quoique beaucoup plus convenable que le premier, ne se prêtait pas à un grand développement, et la réputation qui s'attachait déjà à l'établissement faisait prévoir qu'il ne tarderait pas à devenir insuffisant.

En 1862, M. de Saint-Quentin, notaire à Bouaye, près de Nantes, appréciant les qualités qui pouvaient permettre à M. Livet de donner une plus grande extension à son œuvre, lui proposa un prêt de 100,000 francs, somme nécessaire à l'achat d'un vaste terrain alors en vente.

M. Livet, excité par un espoir égal à la confiance qui lui était témoignée, accueillit avec empressement cette proposition, et lui, qui n'était riche que d'espérance, devint propriétaire d'un terrain de 5,000 mètres carrés au centre d'une grande ville.

C'était beaucoup, mais le terrain était presque nu : il fallait bâtir, il fallait meubler. C'est là que M. Livet eut besoin de faire appel à tout ce que peut suggérer l'idée de faire une œuvre grande et utile, sans risquer les intérêts de ceux qui lui venaient en aide avec tant de confiance.

Un premier bâtiment s'élève, puis un second, puis tous les deux ans un nouveau, à mesure que le besoin s'en fait sentir et que le crédit le permet.

C'est ainsi que plus de deux cent cinquante mille francs ont pu être employés en constructions magnifiques, parfaitement appropriées à leur destination ; plus de cent mille francs, pour meubler l'établissement de tout le matériel nécessaire à l'enseignement secondaire spécial et technique, et le mettre à la hauteur des institutions les plus remarquables de France et de l'étranger.

Ni la confiance des amis de M. Livet, ni ses propres espérances n'ont été trompées : plus de quatre cents élèves de tous les pays, et notamment de Chine, d'Espagne et d'Angleterre, suivent chez lui les cours professés avec autant de dévouement que de talent par près de cinquante professeurs (1), guidés surtout par leur affection pour M. Livet et par l'intérêt qu'ils portent à son œuvre.

Un tel succès rend indispensable l'achèvement complet de l'institution Notre-Dame ; il faut espérer que M. Livet recevra la récompense de ses longs efforts en

(1) Le personnel de l'institution est ainsi composé :

1° *Administration.* — 1 directeur, 1 sous-directeur, 1 économe, 1 aumônier, 1 surveillant général, 9 maîtres d'étude.

jouissant du bonheur d'avoir doté sa ville d'adoption d'un établissement dont la réputation s'étend chaque jour davantage.

L'ensemble de l'établissement, qui occupe une surface de 5,000 mètres carrés, présente la forme d'un rectangle. Sur l'un des côtés se trouve le bâtiment des classes, long de 66 mètres et divisé en trois parties d'égale longueur, un corps principal et deux ailes.

En face du bâtiment des classes, sur le côté opposé, se trouve le bâtiment affecté à l'internat (dortoirs, réfectoires, infirmerie, lingerie, etc...). Ces constructions sont reliées entre elles, à une extrémité, par les ateliers; à l'autre, par les bureaux de la direction de l'économat, etc...

On a essayé de faire contribuer les yeux à l'éducation comme à l'instruction : tous les murs des salles d'étude et des classes sont égayés, soit par des tableaux ou des gravures dont les sujets, choisis suivant l'âge des élèves, sont autant de leçons de morale, soit par des cartes de géographie, des tableaux d'histoire naturelle, des photographies, des pièces géométriques en relief, des œuvres d'art reproduites par le dessin ou la sculpture, qui donnent aux élèves d'excellentes leçons de goût en les habituant à connaître et comprendre ce qui est beau.

Division des cours. — Les élèves sont partagés en trois grandes divisions ou cours :

De quatre à huit ans, la préparation (cours préparatoire comprenant quatre années);

De huit à douze ans, les éléments (cours élémentaire comprenant quatre années);

De douze ans et au dessus, l'enseignement professionnel (cours professionnel comprenant quatre années).

Ces trois parties sont liées si intimement, que les dénominations en sont nécessairement arbitraires; mais elles ont dû cependant être spécifiées, pour recevoir une direction mieux appropriée, suivant l'âge et le développement intellectuel de l'élève.

Les douze classes forment une sorte d'échelle qui commence à l'entrée de l'école et s'élève, jusqu'à la sortie, par des degrés presque insensibles.

Nous n'insisterons pas, faute d'espace, sur les méthodes employées pour les diverses parties de l'enseignement, bien que, en particulier, l'étude du dessin, dessin linéaire et dessin artistique, et celle des langues vivantes paraissent dirigées dans

2° *Professeurs.* — *Cours professionnels :* 2 professeurs de langue française, 1 professeur de littérature, 3 professeurs de mathématiques, 1 professeur d'histoire et de géographie, 1 professeur de sciences physiques et naturelles, 2 professeurs de langue anglaise, 1 professeur de langue allemande, 1 professeur de comptabilité commerciale, 1 professeur de législation, 2 professeurs de dessin linéaire, 1 professeur de dessin artistique, 1 professeur d'écriture, 1 professeur de musique vocale, 4 professeurs chargés du cours élémentaire, 4 professeurs chargés du cours préparatoire.

Enseignement technique : 1 ingénieur pour l'atelier d'ajustage, 1 contre-maître de menuiserie 1 contre-maître de forge, 1 contre-maître tourneur, 1 ingénieur chargé du laboratoire industriel, 1 préparateur.

Cours facultatifs : 1 professeur de gymnastique, 1 professeur de danse, 2 professeurs de musique vocale.

En tout 50 personnes dont 48 professeurs, soit 1 par 8 élèves, proportion qui ne se trouve pas même dans les établissements de l'État.

une excellente voie. Nous insisterons davantage, en revanche, sur l'enseignement technique.

Enseignement technique. — Les observations faites sur le développement des facultés morales et intellectuelles s'appliquent également à la culture des facultés physiques en général et manuelles en particulier.

L'instruction d'un jeune homme ne finit guère qu'à seize ou dix-sept ans; à cet âge, il est trop tard pour commencer à donner à la main l'agilité et la dextérité indispensables pour le travail manuel, et pour en faire naître le goût.

L'ouvrier le plus habile est généralement celui qui, de bonne heure, se sert comme de jouets des instruments de travail, après en avoir appris le nom et l'usage.

Ordinairement la culture des facultés intellectuelles est séparée de la culture des facultés manuelles; l'une et l'autre se font successivement, au lieu de se faire simultanément en se prêtant un mutuel appui.

Le bon sens et la nature indiquaient une méthode différente. Quels moyens ont été employés à l'institution Notre-Dame ?

A huit ans, les élèves ont parcouru les quatre classes du cours préparatoire; ils ont acquis par l'étude de l'écriture et du dessin une certaine adresse manuelle; le moment est venu de commencer l'enseignement technique proprement dit.

Pour cela, il fallait trouver un travail attrayant et peu fatigant, mais cependant utile et d'une pratique facile. Ces conditions ont été trouvées réunies dans le modelage en terre.

Les premières connaissances des enfants en dessin y trouvent déjà leur utilité pratique. Leur habitude de bien voir est mise à profit, et pendant quatre ans (la durée du cours élémentaire) ils sont habitués à exécuter en terre des modèles d'ornement, de figures, d'académies, et même de groupes entiers.

Les deux études du dessin et du modelage se servent mutuellement, et le sens de la vue est cultivé de la manière la plus heureuse par la recherche continuelle des rapports. Le temps employé n'est qu'un délassement du travail intellectuel, et, dès le plus jeune âge, l'enfant apprend à se délasser d'un travail par un autre.

A l'âge de douze ans, l'élève entre dans le cours professionnel; il possède une bonne instruction primaire; toutes ses facultés ont été cultivées. Le moment est venu pour sa famille de prendre un parti; il se destinera au commerce, à l'industrie ou aux administrations publiques (ponts et chaussées, voirie, télégraphes, postes, etc.).

Le travail manuel serait utile, mais il n'est pas indispensable à tous. Il est suivi seulement par les élèves qui veulent entrer dans l'industrie.

Trois ateliers leur sont ouverts : 1° l'atelier de mécanique; 2° l'atelier de menuiserie (1) et modèles; 3° le laboratoire de chimie.

Le bâtiment des ateliers, nouvellement construit, ferait envie aux établissements industriels les mieux organisés. Ils occupent une superficie de 400 mètres au rez-de-chaussée, avec un premier étage de même grandeur. L'atelier de mécanique se

(1) L'atelier de menuiserie contient quinze établis et un tour à bois; celui de mécanique, une machine à vapeur, un tour parallèle, huit tours ordinaires, deux forges, deux machines à percer et plus de quarante étaux.

trouve au rez-de-chaussée et l'occupe tout entier; au premier étage sont l'atelier de menuiserie et le laboratoire de chimie industrielle et agricole.

Deux heures sont consacrées chaque jour à cet enseignement par les élèves qui se destinent à l'école d'arts et métiers d'Angers, et quatre heures pour ceux qui désirent finir leur instruction à l'institution Notre-Dame sans passer par cette école: ces derniers, passant plus d'années à l'institution Notre-Dame que dans les écoles d'arts et métiers, arrivent à consacrer à leur apprentissage manuel le même nombre d'heures dans les deux établissements.

Rien de plus curieux que de voir ces jeunes gens endosser, après un cours de littérature ou de mathématiques, les vêtements de travail de l'ouvrier et s'armer de la lime ou du rabot.

Chaque élève reçoit, à son entrée à l'atelier, un livret sur lequel sont énumérés les outils qui lui sont confiés par l'établissement. Ce livret contient en outre la liste des travaux qu'il exécute pendant l'année, avec l'indication du temps qu'il a consacré à chacun d'eux, du prix de la matière employée et de la pièce terminée, enfin du bénéfice qu'il a pu réaliser. De là une grande émulation chez les élèves; de là, le désir de voir augmenter sur leur livret le chiffre du bénéfice.

Les résultats obtenus jusqu'à ce jour ont été des plus satisfaisants.

Les élèves ont pu faire pour l'établissement une partie de l'outillage des ateliers, du matériel d'école, et enfin des modèles pour le dessin industriel, — l'école et l'atelier se servant mutuellement.

Les directeurs des principaux établissements industriels de la ville se plaisent à encourager cette œuvre utile en faisant exécuter à l'institution Notre Dame quelques-uns de leurs travaux, et reçoivent, en les dispensant de l'apprentissage ordinaire, dans des conditions aussi avantageuses que les élèves des écoles d'arts et métiers, les élèves sortis de cette institution. En outre, le laboratoire industriel, richement organisé, reçoit les analyses commerciales d'un grand nombre de négociants et de raffineurs de la ville, ce qui permet de joindre aux études théoriques de chimie une pratique indispensable.

La bonne direction et le succès de l'institution fondée par M. Livet n'a pas été seulement constatée par les familles et par les chefs de la grande industrie ou du commerce de Nantes. Les diverses autorités, qui n'avaient vu qu'avec défiance la prospérité d'une maison qui s'élevait d'une manière si extraordinaire, sans aucun appui et sans ressources apparentes, ont fini par reconnaître les efforts de M. Livet. Les divers préfets qui se sont succédé à Nantes se sont empressés de visiter l'institution Notre-Dame et de la recommander à MM. les ministres de l'instruction publique, du commerce et de la marine. M. Livet a été nommé officier d'Académie, puis officier de l'instruction publique. Des subventions lui ont été accordées par le ministre de l'agriculture et du commerce sur l'avis du Conseil supérieur de l'enseignement technique, des bourses ont été fondées par le Conseil général.

Enfin l'encouragement le plus puissant, marque certaine de la valeur des études pratiquées à l'institution Notre-Dame, a été donné à M. Livet. Les Écoles nationales d'Arts et Métiers et l'École de la Martinière, de Lyon, pouvaient seules fournir des élèves mécaniciens à la marine de l'Etat. Après une enquête rigoureuse des autorités maritimes et universitaires sur l'institution Notre-Dame, M. le vice-amiral ministre de la marine et des colonies, adressa à M. le président de la République un

rapport, à la suite duquel une décision présidentielle accorda le même privilége aux élèves sortant de cette institution.

Ce témoignage, le plus concluant et le plus flatteur, a donné une nouvelle impulsion à la prospérité de l'institution de Notre-Dame. C'est de plus un puissant encouragement pour le directeur de cette institution qui a déjà rendu tant de services, et qui est appelée à en rendre davantage à mesure que les agrandissements, aujourd'hui indispensables, permettront de nouvelles améliorations.

Bien que les bâtiments de l'institution Notre-Dame n'aient pas encore reçu tous les développements nécessaires, dès à présent l'établissement est si étendu et offre de telles ressources que, en 1870, sur la demande de M. Livet, les dortoirs ont été convertis en ambulance, les ateliers ont servi à l'artillerie pour la réparation des armes, les cours et les classes ont été affectées aux exercices, aux répétitions de la musique militaire.

Cette année, le Congrès scientifique y a tenu sa session : le plus grand nombre des bureaux y étaient établis, comme dans le local le plus vaste et le mieux approprié que pût fournir la ville. Cette circonstance a fourni aux membres d ı Congrès une nouvelle preuve de ce que peuvent obtenir le travail et le dévouement à la plus noble des causes, celle de l'éducation.

LE MUSÉE PRÉHISTORIQUE.

L'exposition ouverte au foyer du théâtre de la Renaissance est très-remarquable, sous divers points de vue, et remplit à tous égards le but que se sont proposé ses organisateurs. Les membres du Congrès de l'Association pour l'avancement des sciences qui se sont voués à des recherches sur les temps préhistoriques, y trouvent un large contingent de spécimens hors ligne de toutes les périodes, fournis par plusieurs collections publiques et privées. Le musée de Vannes, si riche en objets exceptionnels de l'époque de la pierre polie, a envoyé le produit des fouilles faites dans le grand tumulus de Saint-Michel de Carnac; ceux de Bordeaux et de la Charente, le résultat des fouilles opérées dans les départements circonvoisins de Bordeaux et d'Angoulême; celui de Nantes, la collection de haches en pierre, formée par M. Léon Ballereau, architecte à Luçon, récemment acquise par les soins de M. F. Parenteau.

Parmi les particuliers qui ont concouru à l'exposition, on doit citer plus particulièrement M. de Limur, de Vannes, dont la collection géologique et celle d'objets préhistoriques, admirablement choisis, attirent un nombreux concours de curieux; M. Benjamin Fillon, de Saint-Cyr-en-Talmondais, qui a mis à la disposition du comité d'organisation des séries d'instruments en silex trouvés en Vendée, et des spécimens intéressants, pierre et bronze, de provenances diverses; puis viennent MM. Lalande, de Bordeaux; G. Chauvet, de la Charente; Fr. Daleau, de Bourg-sur-Gironde; De Girardot, Parenteau, Perthuis, Blanchard, d'Herbignac, Foulon, etc., etc. M. Ch. Seidler a ses vitrines garnies d'objets étrangers à l'Europe, qui servent

si bien à indiquer les points de contact existant entre les produits d'industries de dates et de provenances bien différentes.

MM. l'abbé Baudry, curé du Bernard (Vendée), Oct. de Rochebrune, de Fontenay; F. Parenteau, Seidler, Fillon et de Girardot, ont exhibé une foule de pièces de la période romano-gauloise.

Comme l'exposition du foyer de la Renaissance n'a pas été uniquement ouverte au profit des archéologues, ses organisateurs ont pensé avec raison qu'elle devait offrir plus d'un genre de curiosités. Aussi contient-elle certains objets étrangers aux travaux préhistoriques; par exemple, un choix d'autographes tirés de la collection de M. B. Fillon, dont la plupart sont d'une insigne rareté, plusieurs uniques. En voici la nomenclature :

Bertrand du Guesclin, lettre caractéristique de la main d'un secrétaire; billet autographe de Louis XI; lettre d'Améric Vespuce, qui a donné son nom au continent découvert par Christophe Colomb; lettre de Jérôme Savonarole, l'illustre réformateur auquel l'Italie élevait, ces jours derniers, une statue à Ferrare, sa patrie; un document du peintre Jean Perreal, dit de Paris, où il est longuement question du tombeau de François II, la merveille de Nantes, exécuté par Michel Colomb, sur ses dessins; Henri VIII d'Angleterre; Charles-Quint, lettre à François Ier, alors son prisonnier; Michel Ange et Raphaël, qu'il suffit de nommer; Rabelais, le plus grand penseur du XVIe siècle; Ignace de Loyola, fondateur de l'ordre des Jésuites; le sculpteur tourangeau Jean Juste; l'amiral de Coligny; Michel de Nostre-Dame, dit Nostradamus; l'imprimeur Henri Estienne, l'une des gloires de l'érudition française; Pierre Ramus; Michel Montaigne; Elisabeth d'Angleterre, réponse à Catherine de Médicis, qui avait intercédé près d'elle en faveur de Marie Stuart; la dernière lettre de cette même Marie Stuart à Henri III, son beau-frère, écrite quelques heures avant sa mort tragique; Agrippa d'Aubigné, historien et poète; François Bacon; Guillaume Dupré, le premier graveur en médailles du XVIIe siècle; Jacques Callot, Nicolas Poussin, Pierre-Paul Rubens, Rembrandt, dont on ne connaît que quatre autographes; Olivier Cromwell, lettre également autographe à Mazarin; Jean de la Fontaine, Jean Racine, Fénelon, Isaac Newton, l'un des plus prodigieux génies que le monde ait jamais produits; Vauvenargues, moraliste chez lequel l'élévation des sentiments rivalise avec la bonté du cœur; enfin Gluck, Mozart et Cimmarosa, les trois plus célèbres compositeurs du XVIIIe siècle.

M. Fillon a également exposé un *Portulan*, ou carte marine manuscrite, exécuté en 1467 par Gratioso Benincasa, d'Ancône, le plus beau et le mieux conservé qu'on connaisse de ce géographe.

Enfin, on doit à M. Dugast-Matifeux l'exhibition d'un incunable de la typographie bretonne au XVe siècle, « achevé d'imprimer le 3e jour de juillet 1485, par l'industrie et oupvraige de Robin Fouquet et de Jehan Cres, maistres en l'art d'impression à Brehant Lodeac, ou diocèse de Sainct-Brieuc. »

M. ÉTIENNE, M. MASSION.

RAFFINERIES DE SUCRE

— 21 août 1875. —

La raffinerie des sucres est un des éléments de prospérité de la ville de Nantes, et les membres du Congrès ne pouvaient laisser échapper l'occasion de visiter quelques-unes des importantes usines dans lesquelles le sucre brut est amené à l'état sous lequel il est généralement employé.

C'est vers 1810 que cette industrie fut créée à Nantes : les progrès de la science la firent rapidement avancer et dès 1840 les appareils à cuire dans le vide succédèrent aux appareils à feu nu. La consommation aidant, la fabrication prit un grand essor ; les économies, les perfectionnements amenèrent les bas prix d'une part, et le sucre raffiné regardé autrefois comme objet de luxe devint peu à peu un objet de consommation à l'usage de tous. L'importance de la raffinerie augmenta jusqu'en 1860 ; mais depuis cette époque elle est restée stationnaire, principalement par suite du développement qu'a pris la raffinerie de Paris, grâce à la betterave.

Deux raffineries, celle de M. Étienne et celle de M. Massion, avaient été désignées comme buts des visites du 21 août 1875.

Nous n'insisterons pas sur les opérations de la raffinerie, renvoyant pour cela aux traités de chimie élémentaire, et nous nous bornerons pour donner une idée de l'importance de cette industrie à citer quelques chiffres qui ont été obligeamment communiqués par M. Etienne.

La raffinerie Étienne, en 1824 (alors raffinerie L. Say et J.-B. Etienne) consommait 500,000 kil. par an ; en 1840, 2,400,000 kil. ; en 1850, 5,800,000 kil. ; en 1855, 12,000,000 kil. ; en 1860, 25,000,000 kil. ; ce dernier chiffre s'est maintenu sans changement depuis cette époque. Cette raffinerie emploie 450 ouvriers hommes et femmes, et les salaires varient de 2 fr. 75 à 5 fr. par jour.

MANUFACTURE DES TABACS, DE NANTES.

— 21 août 1875. —

Les membres de l'Association, en assez grand nombre, se trouvèrent réunis à la Manufacture des Tabacs, où ils furent reçus aussi cordialement que possible, et où les meilleures dispositions avaient été prises pour rendre la visite commode et fructueuse : les ingénieurs s'étaient faits les savants et obligeants cicerone de l'Association.

Sans entrer dans le détail des opérations multiples que subit le tabac avant d'être livré au public, nous nous bornerons à citer les chiffres suivants, qui font connaître l'importance de cette manufacture.

1,800 ouvriers sont employés journellement, savoir : 100 hommes et 1,700 femmes. Les salaires s'élèvent à 950,000 fr. par an; les travaux, qui sont généralement effectués à l'entreprise, ont produit, en 1874, un salaire moyen de 4 fr. 01 pour les hommes et 1 fr. 65 pour les femmes, pour 10 heures de travail effectif.

La Manufacture reçoit annuellement 2,300,000 kilog. de tabacs en feuilles de divers crûs : elle produit 2,150,000 kilog. de tabac fabriqué (1,800,000 kilog. de tabac à fumer et 350,000 kilog. de cigares et cigarettes.)

Les avantages de la Manufacture des Tabacs pour la ville de Nantes résultent principalement du nombreux personnel qu'elle occupe.

Sur les 60,000,000 de cigares à 10 cent., 7 cent. 1/2 et 5 cent. qu'elle fabrique annuellement, plus de 30,000,000 sont envoyés à Paris pour l'approvisionnement des entrepôts, la Manufacture de Paris (Gros-Caillou) ne pouvant faire face à la consommation de ces produits dans le département de la Seine.

Les cigarettes fabriquées à Nantes sont également consommées, partie dans le département de la Seine et partie dans les départements de l'ouest et du centre, que la Manufacture approvisionne de tabac ordinaire à fumer.

La Manufacture possède une crèche, une salle d'asile et une Société de secours mutuels ; des cours sont professés pendant le jour aux jeunes filles âgées de moins de 15 ans, qui ne peuvent travailler plus de six heures par jour dans les ateliers, et, après la cessation du travail, aux ouvrières adultes qui n'ont pas reçu l'instruction primaire élémentaire.

USINE A PLOMB DE M. RUSSEIL.

— 23 août 1875. —

A deux heures, une cinquantaine de membres étaient reçus à l'usine de M. Russeil. Un obligeant contre-maître se mettait à leur disposition et leur expliquait les usages et emploi des divers mécanismes. Nous avons vu d'abord les laminoirs, d'où d'épaisses feuilles de plomb, de zinc ou de laiton sortaient réduites à quelques millimètres d'épaisseur; les filières, qui dévident, amincissent et enroulent avec une parfaite régularité des fils de cuivre et de zinc; les ateliers de la plomberie, qui fondent, coulent et taraudent des tuyaux de plomb, enroulés ensuite sur une bobine. Tout cela se fait en même temps; on dirait qu'une main invisible met en mouvement les innombrables cylindres, les pistons, les marteaux, les couperets, qui s'emparent de la matière brute, la transforment, la livrent enroulée, brillante, modelée en plaques, en cylindres, en tuyaux, en fils de diamètres différents, variant de un demi-millimètre à quelques centimètres.

Nous avons gravi les 264 marches donnant accès au sommet de la tour, haute de 80 mètres, d'où on laisse tomber le plomb fondu, tamisé à travers une écu-

moire en fer. Au bas de la chute est disposée une cuve pleine d'eau froide, où les gouttelettes de plomb se solidifient sous la forme sphérique.

L'ascension est assez pénible; mais la fatigue est largement compensée par l'admirable panorama que l'on contemple du haut de la tour. La ville entière de Nantes, les riants jardins qui l'entourent, les méandres argentés de la Loire, les villages en amphithéâtre sur les verts coteaux forment un ensemble ravissant.

Revenus à l'usine, on nous montre les ateliers de lissage, où le plomb de chasse est roulé dans des cylindres en bois avec de la plombagine.

FABRIQUE DE CONSERVES ALIMENTAIRES DE M. LECHAT.

— 23 août 1875. —

La fabrique des conserves alimentaires occupe une place importante dans l'industrie de Nantes. C'est à l'usine de M. Lechat, maire de la ville, que les membres du congrès ont été convoqués. Nous avons assisté, en compagnie de notre président M. d'Eichthal, à la préparation des légumes destinés à être conservés dans des boîtes en fer-blanc d'après les principes de la méthode Appert. Les légumes, haricots verts, carottes, navets découpés, petits pois, etc., sont d'abord soumis à une cuisson aqueuse, qui s'opère dans un vase de cuivre à double fond, chauffé par la vapeur d'eau. Il faut que l'ébullition ait lieu rapidement, et que les légumes soient *saisis* subitement par la chaleur. Quand ils ont été cuits et égouttés, on les emprisonne dans des vases de fer-blanc, ou quelquefois dans des bouteilles de verre fermées hermétiquement, et on les soumet à l'action d'une température élevée de 104° à 108°, destinée à détruire tout germe de fermentation. Cette élévation de température se produit dans de grands récipients cylindriques, où les vases à conserves sont emprisonnés. Le degré thermométrique que l'on atteint varie quelque peu, selon la température de l'air ambiant, et selon la pression barométrique. Cette dernière opération est délicate et nécessite une grande pratique de la part de ceux qui l'exécutent. L'usine de M. Lechat est remarquable par sa propreté, par le soin et par l'ordre qui président aux diverses phases de la fabrication. Les conserves de viande peuvent être préparées comme celles des légumes; et nous avons goûté du bœuf bouilli, emprisonné depuis fort longtemps dans une boîte de fer-blanc, et dont l'odeur et la saveur étaient fort appétissantes. Ces boîtes de conserves de viande, destinées aux soldats en campagne, sont appelées à rendre de grands services à nos armées. Chacune d'elles peut contenir l'alimentation de 8 hommes pendant 24 heures.

FABRIQUE DE BOITES DE FER-BLANC POUR CONSERVES DE MM. BARAU ET COLAS.

— 23 août 1875. —

La fabrication des boîtes de fer-blanc se lie intimement à celle des conserves alimentaires. Aussi, en sortant de l'usine de M. Lechat, les membres du congrès scientifique se sont également présentés chez MM. Barau et F. Colas, pour visiter leur établissement. L'un de ces messieurs s'est empressé de se mettre à leur disposition, et leur a fait parcourir les divers ateliers, où ils ont pu suivre les diverses transformations que subit la feuille de fer-blanc avant d'être livrée au fabricant de conserves sous forme de boîtes. Ces diverses opérations, exécutées sous leurs yeux, les ont vivement intéressés.

Les divers systèmes de boîtes à ouverture facile, dont cette maison a la spécialité, ont surtout fixé leur attention. Un de ces systèmes est employé actuellement par la beurrerie normande.

HUILERIE ET SAVONNERIE DE MM. SERPETTE, LOURMAND, LARRAY ET Cie.

— 23 août 1875. —

La fabrique d'huile et de savons marbrés que les membres du Congrès ont visitée est un établissement considérable : il contribue à détruire le monopole que la tradition avait longtemps abandonné à la ville de Marseille pour la fabrication des savons. On sait que les savons sont de véritables sels formés par l'union des acides gras qui existent dans les graisses et les huiles avec un alcali comme la potasse ou la soude.

Nous résumons comme suit des indications diverses qui nous ont été communiquées sur la savonnerie de MM. Serpette, Lourmand, Larray et Cie.

L'exploitation de la savonnerie remonte à l'année 1844. L'intention de ses fondateurs, au début, était seulement de fabriquer les savons d'huile de palme et de coco, qui donnent des rendements énormes (depuis 250 jusqu'à 1,000 pour cent); mais le commerce fit peu d'accueil à ces savons, et bientôt, la vente en étant à peu près nulle, malgré la baisse des prix, il fallut songer à d'autres produits. La quantité de savons de palme fabriquée par la savonnerie n'a jamais dépassé trois à quatre cents caisses par année.

Un matériel avait été créé; bien qu'il fût peu important, l'abandonner c'était la ruine. La résolution fut donc prise de continuer la fabrication sur d'autres bases et d'essayer à produire des savons marbrés.

Se poser le problème était facile; mais la solution était environnée de mille dif-

ficultés, et l'on s'en fera aisément une idée lorsque nous aurons dit qu'il n'y avait alors à Nantes ni fabrique de soude, ni huilerie, et que les importations d'huile d'olive étaient absolument nulles.

La fabrique de soude fut établie en 1851, et encore à cette époque le sulfate manquait-il; on en trouvait sans doute un peu partout, mais les achats réguliers n'étaient pas possibles. C'est seulement depuis qu'il existe à Marennes une fabrique de produits chimiques que tout marche régulièrement de ce côté.

Quant aux huiles de graines, les difficultés étaient les mêmes. On en prenait ici et là, où l'on pouvait; mais on ne recevait jamais que des marchandises coûtant fort cher, arrivant avec des coulages considérables, souvent fraudées.

Pour suppléer à l'absence d'un marché de graines (arachides et sésames), MM. Serpette, Lourmand, Larray et C^ie^ ont établi à Sierra-Leone (côte occidentale d'Afrique) un comptoir où leurs agents achètent des graines d'arachides, des amandes de palme, des huiles de palme, qui sont ensuite importées à Nantes par leurs propres navires.

Des relations ont été nouées dans l'Inde pour l'importation des graines de sésame.

De même qu'ils avaient dû annexer à leur savonnerie une fabrique de soude, de même ils y ont annexé une huilerie.

Un comptoir a été créé par eux à Dellys (Algérie) pour l'achat des huiles d'olive.

Voici maintenant quelques chiffres qui donneront une idée des résultats obtenus.

L'huilerie emploie environ 90 ouvriers et la savonnerie 20.

Les *importations* s'élèvent en moyenne, chaque année, aux chiffres suivants :

Graines d'arachides de Sierra-Leone	4.000.000 kil.
— — de Gambie	800.000
— de sésames de l'Inde	1.000.000
— — de Sierra-Leone	410.000
Amandes de palme —	580.000
Huiles de palme —	60.000
Ressence de Gioja	450.000
Huile d'olive de Dellys	160.000

MATIÈRES FABRIQUÉES

Huiles d'arachides de Sierra-Leone	1.200.000 kil.
— — de Gambie	240.000
— de sésames	630.000
Savons	4.000.000
Tourteaux d'arachides	2.000 000
— de sésames	780.000
— de palmistes	300.000

FONDERIE DE M. VORUZ.

— *23 août 1875.* —

Les importantes usines de M. Voruz devaient être visitées le 23 août 1875, et les membres du congrès s'y rendirent en nombre à l'heure indiquée.

Les établissements que l'on devait parcourir se composent de deux usines distinctes, dont chacune possède son administration et sa comptabilité propres. L'une, exclusivement réservée à la fonderie de fer, est située sur l'île de la Prairie-au-Duc et donne sur l'un des principaux bras de la Loire. L'autre, composée des ateliers de construction et de quelques ateliers accessoires dont le détail se trouve plus loin, est située dans le quartier de Launay. Pour la facilité des relations journalières, ces deux usines sont reliées par un fil télégraphique.

La fonderie de fer occupe une superficie de deux hectares. Sa proximité du fleuve donne une grande facilité pour l'arrivage des matières premières, fontes et charbons, dont le déchargement s'opère au moyen d'une grue hydraulique établie sur une estacade au bord de la Loire. Cette grue est d'un système spécial qui permet de la faire manœuvrer à bras d'hommes. Les mêmes facilités se retrouvent pour le chargement et l'expédition des produits fabriqués.

Des voies ferrées font communiquer l'estacade avec les cours et ateliers.

A l'intérieur, on trouve comme appareils de fabrication, quatre cubilots de grandes dimensions et trois fours à reverbères qui permettent de couler les pièces des plus grandes proportions. Tout auprès, se trouve une halle de moulage et de coulage, desservie par une série de fortes grues communiquant entre elles. On se dispose à construire une série de fours à reverbères pour pièces d'artillerie de fort calibre.

Le moulage se fait avec une grande perfection. On peut couler brutes de fonte les pièces pour machines à vapeur avec une perfection telle qu'elles peuvent s'adapter les unes aux autres sans aucun ajustage. Des procédés de moulage mécanique très-développés, en particulier pour les coussinets de chemin de fer et les projectiles de tous calibres qui exigent la plus grande précision, sont appliqués avec succès. En outre, on est entré dans une voie de progrès qui consiste à pratiquer autant que possible le moulage *sans modèles* de certaines pièces, telles que engrenages, hélices, pièces diverses pour machines. Il en résulte une économie considérable, un modèle coûtant très-souvent plus cher que la pièce elle-même.

En dehors des pièces mécaniques, cette fonderie produit également des œuvres d'art, notamment des statues coulées d'un seul jet, en bronze et en fonte de fer et des cloches de toute grandeur. De ces ateliers sont sorties, entre autres, les statues du maréchal Jourdan, du ministre Billault, et les statues emblématiques qui ornent la fontaine de la place Royale, à Nantes.

Une installation spéciale a particulièrement attiré l'attention du Congrès, elle est destinée à briser, au moyen de la dynamite, les grosses pièces de fonte et surtout les vieux canons réformés qui sont livrés par l'Etat en échange de travaux neufs.

L'usine du quartier de Launay, si elle n'a pas été visitée en corps par le Congrès, l'a été par beaucoup de ses membres isolément, et leur a offert un intérêt réel.

Cet établissement occupe une superficie de un hectare. Il se compose principalement d'un vaste atelier d'ajustage et de montage, ayant 27 mètres de largeur sur 120 de longueur, lequel est desservi par des ponts roulants avec treuils qui permettent d'enlever et de transporter les pièces les plus lourdes à un point quelconque de l'atelier.

En outre, l'usine possède des ateliers de modelage et menuiserie, de forge, de chaudronnerie, une fonderie de bronze et un atelier spécial pour le forage et le rayage des pièces d'artillerie. Ce dernier est pourvu de machines-outils puissantes pour travailler les plus grosses pièces.

Un outillage spécial a été créé pour la construction perfectionnée du matériel fixe de chemins de fer, particulièrement des plaques tournantes et appareils de changements et croisements de voies.

Les produits des ateliers de construction sont des plus variés : machines à vapeur fixes, locomobiles et pour la navigation, matériel complet pour l'installation d'usines, telles que papeteries, minoteries, huileries, usines à gaz, etc.

Les travaux les plus courants ont été jusqu'ici ceux de matériel fixe de chemins de fer, tels que plaques tournantes, changements et croisements de voies, signaux, ponts roulants, alimentations d'eau, appareils élévatoires fixes et mobiles, hydrauliques, à vapeur et à bras.

Enfin, depuis une dizaine d'années, M. Voruz a fait une de ses spécialités, et ce n'est pas la moindre, de la construction du matériel d'artillerie. Ses établissements sont les premiers, appartenant à l'industrie privée, qui se soient livrés à cette fabrication ; jusqu'alors, elle était restée exclusivement entre les mains de l'Etat. Il a apporté dès lors de grands développements à cette partie, et a fourni à un grand nombre d'Etats étrangers des bouches à feu en fonte, en bronze et en acier ; des affûts et des batteries complètes. Parmi ses clients pour ce genre de fourniture, on compte les gouvernements du Danemarck, de la Grèce, du Portugal, de Tunis, du Brésil, du Paraguay, du Pérou, du Japon, etc.

Par une préparation de plusieurs années, M. Voruz s'est ainsi trouvé en mesure d'offrir un concours efficace au gouvernement français pendant la guerre de 1870-1871, et lui a rendu des services réels, soit alors, soit depuis, pour la reconstitution de son armement. Tout dernièrement encore, il a opéré la transformation de 300 vieux canons en bronze en pièces de 138^{mm} se chargeant par la culasse, et la transformation de 100 canons de fonte en obusiers rayés de 22^{c}.

On établit une installation permettant d'exécuter les plus grosses pièces de l'artillerie de marine.

Le nombre des ouvriers est naturellement très-variable, suivant l'importance des travaux ; mais, dans certains moments, 1600 personnes ont été occupées à la fois dans les deux usines réunies.

Les membres du congrès ont visité avec intérêt un petit musée d'artillerie, où se trouvent des canons de divers types, et entre autres un canon de grande puissance, en acier, de six mètres de longueur, pesant 13,500 kilog., se chargeant par la culasse.

Dans la visite à cet important établissement, les membres de l'association ont assisté, en dehors de la fabrication courante, à diverses opérations, telles que la coulée d'une torpille en fonte et la rupture d'un vieux canon.

La torpille coulée sous les yeux des visiteurs pesait environ 4000 kilog. La fonte incandescente coule en un ruban de feu dans un grand récipient de tôle tapissé intérieurement d'une épaisse couche de terre. Quand le vase est plein, il est saisi et soulevé par un crochet attaché à une chaîne mue par une puissante grue, qui le transporte au-dessus du moule. Le liquide, rouge de feu, est versé dans le moule, d'où quelques ruisseaux incandescents s'échappent par les fissures. De nombreuses étoiles d'oxyde de fer jaillissent et illuminent l'atelier de lueurs comparables à celles d'un feu d'artifice. Cette opération a vivement excité l'admiration des assistants et a été réalisée avec un succès complet.

La pièce destinée à être rompue devant les membres du congrès avait été placée dans le puits en maçonnerie destiné à cet usage. (Deux cartouches de dynamite enduites de caoutchouc étaient reliées par deux fils isolés qui s'étendaient jusqu'à une bobine de Ruhmkorf.) La pièce remplie d'eau, on fait jaillir l'étincelle électrique. Une détonation sourde se fait entendre, l'eau jaillit à une grande hauteur en minces gouttelettes qui forment une espèce de brume, et la pièce est réduite en nombreux fragments, qui, fondus, serviront à une nouvelle fabrication.

MANUFACTURE DE VITRAUX PEINTS DE M. DENIS.

— *23 août 1875.* —

Bien que la fabrication des vitraux peints et verrières se rapproche peut-être plus de l'art que de la science, les procédés scientifiques ont une part réelle dans la composition et l'application des couleurs sur verre, des émaux, etc. Aussi un certain nombre de membres du congrès ont-ils visité avec intérêt la manufacture de vitraux peints de M. E. Denis (1).

Voici quelles sont les principales opérations pour l'exécution d'un vitrail :

Il faut d'abord composer un carton représentant le sujet du vitrail, grandeur d'exécution ; puis le monteur en plomb en prend un calque pour déterminer la

(1) Les travaux les plus importants de M. Denis sont placés dans les églises et chapelles suivantes :

Cathédrale de Nantes (B. Françoise d'Amboise). — Saint-Nicolas. — Saint-Clément. — Notre-Dame-de-Bon-Port. — Chapelles de l'Hôtel-Dieu et des réverends pères Jésuites. — Immaculée-Conception. — Dames Ursulines, à Nantes.

Le Pellerin. — Nozay. — Saint-Étienne-de Corcoué. — Couëron. — La Bernerie. — Machecoul. — Le Croisic. — Saint-Même. — Massérac. (*Loire-Inférieure.*)

Saint-Christophe-du-Ligneron. — La Meilleraye. — Tillet. — Chapelle de M. l'abbé Véron à Tiffauges. (*Vendée.*)

Châtillon. — Sainte-Croix (Parthenay). — Hospice de Bressuire. — Saint-Aubin-Beaubigné (*Deux-Sèvres.*)

Chapelle Saint-Martin (Poitiers). — Notre-Dame (Mirebeau). — Salvert. (*Vienne*).

coupe : l'artiste marque les couleurs, et chaque pièce est découpée comme un jeu de patience. Alors a lieu la mise en plomb provisoire. Ensuite l'artiste, ayant fait les principaux traits, dresse le panneau en l'exposant devant un châssis de verre *translucide,* puis il applique avec différents pinceaux (le putois, le blaireau, etc.) les différents émaux. L'or et l'étain donnent la couleur pourpre ; l'argent produit le jaune ; le fer, les noirs, les bruns et les teintes de chair, selon qu'il est combiné avec telle ou telle substance et dans telle ou telle proportion ; le cuivre et le nickel donnent les verts.

Ces couleurs demandent une préparation spéciale que tout peintre verrier ne connaît pas ; il faut aussi une grande habitude, et surtout la sûreté du coup d'œil.

Les oxydes des métaux précités ne peuvent être employés qu'additionnés avec un agent qu'on nomme fondant, et dont la base est le silicate de plomb.

Plusieurs couleurs, afin d'être plus fusibles ou plus brillantes, demandent une addition d'alcali ; il y a là, dans le dosage, une certaine difficulté, car cela dépend un peu de la fusibilité du verre, qui est souvent différente.

Il faudrait, pour bien faire, que chaque peintre verrier pût fabriquer son verre, ce qui est impossible, vu l'importance de l'installation que cela nécessiterait. Il est bon de reconnaître ici l'empressement que les marchands et fabricants mettent à donner du verre d'excellente qualité, qui supporte plusieurs feux sans noircir.

Lorsque les pièces de verre ont été peintes à l'eau et à l'essence de térébenthine, on les met au four dans des moufles bien lutées ; chaque pièce est étendue bien à plat sur des plaques de métal ou de terre cuite réfractaire, espacées entre elles par des barreaux de façon à ce que la chaleur puisse circuler. Le degré de chaleur que les plaques doivent atteindre est, règle générale, le rouge cerise ; mais cela varie suivant la qualité du verre.

Après un refroidissement lent, on rassemble tous ces morceaux, et on les enchâsse dans du plomb laminé formant rainure, et on soude à l'étain toutes les jonctions.

Chapelle des Frères à Château-Gontier. — Bourg-Philippe. (*Mayenne.*)

Quelques croisées dans l'église élevée à la mémoire des volontaires de l'Ouest près Patay (*Loiret*).

Nuaillé, près la Rochelle (*Charente-Inférieure*).

Chapelle des frères de Saint-Jean-de-Dieu à Lommelet, près Lille (*Nord*).

Saint-Germain (Rennes). — Chapelle de la Retraite (*ibid.*). — Ateliers de M. Oberthur (*ibid.*). — Antrain. — Bourg-des-Comptes. (*Ille-et-Vilaine.*)

Trois verrières dans la nef de Sainte-Anne d'Auray. — Colpo-Korn-er-Houët. — Notre-Dame de Quelven. — Questembert. (*Morbihan.*)

Chapelle des frères de Saint-Jean-de-Dieu et église Saint-Malo, a Dinan. — Chapelle de l'ancien château de Léhon. (*Côtes-du-Nord.*)

ERRATA

Page.	*Ligne.*	*Au lieu de :*	*lisez :*
181			Dans la fig. 16, il faut mener la cor HI.
183	8e en remontant.	$S - A - = \ldots\ldots$	$S - A = - \ldots\ldots$
184	16e	entre une courbe	entre l'aire d'une courbe
186	3e en remontant.	$\frac{1}{3}(\Delta x)^3 f(x_0)$	$\frac{1}{3}(\Delta x)^3 f''(x_0)$
189	12e en remontant.	$S - S' = 0{,}000\ 376$	$S - S' = - 0{,}000\ 376$
190	2e en remontant.	à peu près fois $\frac{1}{2}$	à peu près 4 fois $\frac{1}{2}$
197	3e	y_{n-1}	y_{2n-1}
524	fig. 88.	Cette figure, par suite de remaniements opérés par l'auteur et fournis tardivement, n'est pas en concordance avec le tableau de la page 524 : les courbes doivent commencer plus haut pour venir se raccorder, à quelque distance, avec celles qui sont indiquées.	
827	Titre Endel.	gastéropodes	ptéropodes

TABLE ANALYTIQUE

Abadie. (B.). — Détermination méthodique du siége de certaines boiteries de chevaux, vulgairement attribuées, le plus souvent à tort, à des écarts ou à des allonges, 1071.

Absorption cutanée directe amenant la paralysie saturnine, 1044.

Accouchement de l'Alytes obstetricans, 817.

Acide oxalique (Action réciproque de l') et des alcools polyatomiques, 507.

Acide formique (Préparation de l'), 507.

Acollas. — Présentation d'un manuel de droit civil, 1253.

Acoustique. V. *Collodion*, 366.

Acoustique. (Le timbre des sons.) 1354.

Aérostat (Exploration du pôle en), 1214.

Afrique australe (De Port-Nolloth à Spring-Bock), 1199.

Afrique centrale (Exploration de l'), 1223.

Aigle botté (L'), 771.

Air humide (Condensation de l'), 379.

Agent (L') pyohémique, 1027.

Agromètre, 164.

Albuminoïdes (Constitution des matières), 482.

Albuminuries (Diagnostic des) par les matières colorantes de l'urine, 995.

Alcool éthylique transformé en acide de la série grasse, 452.

Alcool hexylique secondaire, 461.

Alcools polyatomiques et acide oxalique, 507.

Algérie (Service météorologique en), 387, 388.

Alimentation du bétail par les résidus industriels, 1192.

Alliages de cuivre, 456.

Allonges. V. *Boiteries*, 1071.

Allumage des siphons dans les jardins botaniques, 750.

Alytes obstetricans (Accouchement de l'), 817, 828.

Ambre (Lézards de l'),

Amélioration de la Loire et des canaux maritimes, 1293.

Amentacées (Organogénie des), 756.

Ammoniaque (Dosage de l') dans les engrais, 1197.

Amsterdam (Ile), 589.

Amulette crânienne, 854.

Alouettes (Espèces nouvelles d'), 808.

Analyse des dépôts des inondations de la Garonne, 577.

Analyses des eaux minérales, 568.

Analyses des soudes et des potasses, 560.

Andrews (Th.). — Expériences sur les gaz à de hautes pressions et à diverses températures, 383.

—— Sur l'ozone et le chlore électrisé, 484.

Auduze (Concasseur système), 342.

Anémomètre (Nouveau modèle d'), 345.

Angers (Distribution d'eau d'), 298.

Angleterre (Association de prévoyance de l'), 1285.

Aniline. V. *Dissociation, Teinture*, 466.

Anjou (Fossiles de l'), 601.

Anthropologie de la Bretagne, 129.

Appareil chirurgical pneumatique, 1037.

Aponogeton distachyum, 707.

Aquiculture américaine (L'), 1160.

Arche biaise. Direction des pressions qui s'y développent, 136.

Arloing. — Sur les sections nerveuses dans les névralgies, 989.

Arsenic (Recherche et dosage de l'),

Arson. — Anémomètre. Mesure de la vitesse du vent, 345.

Artères (Pression et vitesse du sang dans les), 1026.

Artillerie. Nouveau système de pointage, 247.

Ascidies (Embryogénie des), 799.

Aspiration (L') dans l'empyème, 1047.

Assimilabilité des phosphates fossiles, 1180.

Associations (Les) de prévoyance de l'Angleterre, 1285.

Assurances communales en nature, 1146.

Assurances sur la vie (Les), 1317.

Auray (Excursion à), 1361.
Azom (Dr). — Discussion sur les applications du caoutchouc à la chirurgie, 1044.
Azote dans les betteraves, 1186.
Azote (Volatilisation de l') du guano, 1190.
Bagnaux (De). — Méthodes en usage à l'école Monge, 1328.
Baillon (H.). — Recherches organogéniques sur les amentacées, 756.
Baillou. — Sur le phylloxera, 1192.
Balard. — Analyse des soudes et des potasses, 560.
Bally (B.-L.). — Présentation de pierres factices, 323.
—— Sur l'ostréiculture ; détroquage et protection, 812.
Bandes et tubes élastiques (Pression des), 1018.
Baromètre (le) et la prévision du temps, 407.
Barral (J.-A.). — Rendement du blé en 1875, 1178.
Basse-Indre (Excursion à la), 1357.
Bateau remontant le cours d'un fleuve à l'aide du courant, 344.
Batrachospermum (Classification et développement des), 689.
Batraciens anoures (Brosses copulatrices des), 805.
Batz (Ethnographie de la presqu'ile de), 869.
Batz (Presqu'île de), 899.
Bazaine (Ach.). — Etude sur le développement des réseaux secondaires de chemin de fer en France, 1304.
Bazin. — (Drague à pompe, système), 291.
Béchamp (Dr). — Les microzymas dans leurs rapports avec les fermentations et la physiologie, 96, 1026.
—— Transformation de l'alcool éthylique en acide de la série grasse, 452.
—— Sur un principe nouveau des vins, 534.
—— Sur les dextrines, 535.
—— Sur les états allotropiques de la fécule, 535.
Belgique. Fabrication du cadmium. 561.
Bergeron (Ch.). — Le tunnel sous-marin, 290.
—— Désensablement des ports de mer, 312.
Bernard (Dr Claude). — Sur la chaleur animale, 962.
—— Sur l'action du curare, 978.
Bertin (Dr G.). — De la préservation de la coque des navires en fer, de l'oxydation et des dépôts marins, 392.
—— Note sur l'otorrhée cérébrale d'Itard, 1111.
Bessemer. V. *Spectroscope*, 536.
Bétail (Alimentation du), 1192.
Betteraves à sucre, 1151, 1186.
Birmanie (La), 1200.
Blé (Rendement du), en 1875, 1178.
Blés (Conservation des), 1145.
Blés (Les) français et la concurrence des blés étrangers, 1150.
Bobierre (A.). — Sur quelques alliages de cuivre et notamment sur le bronze à canon, 456.
—— Compte rendu des travaux du laboratoire de chimie agricole pendant l'exercice 1874-75, 1150.
—— Recherches sur la volatilisation de l'azote du guano péruvien, 1190.
Boiteries de chevaux (Siége des), 1071.
Boîtes de fer-blanc (Fabrique de), pour conserves alimentaires de MM. Barau et Colas, 1378.
Boixe (Fouille des Tumulus de la), 853.
Bordeaux (Société de Géographie de), 1221.
Bordeaux (Ecole de Commerce de),
Bouche d'incendie, p. 323.
Bouhy (Victor). — Circulation de la foudre dans les travaux souterrains d'une mine métallique de la Société de la Nouvelle-Montagne à Engis (Belgique), 425.
—— Fabrication du Cadmium à l'usine de la Société de la Nouvelle-Montagne à Engis, 561.
Bourdelles. — Enlèvement d'une roche sous-marine à l'entrée de la rade de Lorient, 342.
Bourgault-Ducoudray. — De l'utilisation industrielle des fibres du Raphia pedunculata, 730.
Bouteiller (Dr). — Discussion sur la léthalité de la morsure des vipères indigènes, 1064.
—— Discussion sur quelques indications du chloral et du bromure de potassium, 1065.
Brabrook (Edw.). — Les associations de prévoyance de l'Angleterre, 1285.
Brame (Dr) — Sur les vapeurs de mercure, d'iode et de soufre, 452.
—— Sur la corrélation des forces physiques, 489.
Brandza (Dr). — La flore de Roumanie, 730.
Bréguet (fils). — Description de l'appareil à tiges articulées de Hart, 237.
—— Niveau à manomètre de M. Galland, 1201.
Bretagne (Anthropologie de la), 129.
Bretagne (Géologie de la), 601.
Bretagne (Ethnogénie de la), 834.
Brevets (Les) d'invention, 1253.
Bright (Maladie de), 979.
Brissonneau. — La construction mécanique, à Nantes, 1284.

Broca (P.). — Anthropologie de la Bretagne, 129.
—— Discussion de l'ethnogénie du nord-ouest de la France, 846.
—— Discussion sur la fouille de sept tumuli de la pierre polie (La Boixe), 853.
—— Discussion sur une amulette crânienne, 854.
—— Discussion sur la microcéphalie, 866.
—— Mensurations des habitants de Guérande et de Saillé, 880.
—— Présentation d'un crâne des alluvions de la Basse-Loire, 887.
—— Discussion sur un fragment de crâne perforé, 888.
—— Présentation d'anciens crânes péruviens déformés, 897.
—— La presqu'île de Batz, 899.
—— Discussion sur un cimetière de l'époque néolithique, 918.
Broca (de). — Nouveau système de pointage applicable aux canons rayés et aux armes de précision, 247.
—— Canot de sauvetage inchavirable, 269.
Bronze (Origine du), 944.
Bronze à canon (Propriétés du), 456.
Bromure de potassium (Indications du), 1065.
Brosses copulatrices des batraciens anoures, 805.
Bruneteau. — De l'influence de la concurrence des blés étrangers pour l'exportation française, moyens d'y remédier. 1150.
Bureau (Éd.). — Les sciences naturelles, à Nantes, 1333.
Bureau (L.). — L'aigle botté, aquila pennata (Cuvier), d'après les observations recueillies dans la Loire-Inférieure, 771.
Bureau (Léon). — Ethnographie de la presqu'île de Batz, 869.
—— Discussion sur la presqu'île de Batz, 900.
Cadmium (Fabrication du), 561.
Cal (Le) des fractures et la syphilis, 1139.
Calédonie (Nouvelle). Essais de colonisation, 1307.
Canal de l'Irrawaddy au Mékong, 1200.
Canaries (Iles). Religion primitive. Période de la pierre polie, 860.
Canaux maritimes (Amélioration des), 1293.
Canons. Nouveau système de pointage, 247.
Canot de sauvetage inchavirable, 269.
Caoutchouc (Pression des bandes de) destinées à produire l'ischémie provisoire, 1018.
Caoutchouc (Application du) à la chirurgie, 1043.
Caravanes scolaires, 1247.
Carême. — Du rôle du capital-action dans les compagnies d'assurances sur la vie, et des conditions de la mutualité à primes fixes en Angleterre, en Allemagne et en Amérique, 1317.
Carnac (Excursion à), 1361.
Carotide primitive (Ligature de la), 1131.
Cartailhac. — Discussion sur la fouille de sept tumuli de la pierre polie (la Boixe), 853.
—— Discussion sur la crémation dans les sépultures mégalithiques, 881.
—— L'excursion au lac de Grand-Lieu, 903.
—— Présentation de photographies de dolmens, 909.
—— Discussion sur les rites religieux et funéraires des Aléoutes et Eskimos de la côte nord-ouest de l'Amérique, 914.
Carte de France en relief, 1222.
Carte préhistorique de la Loire-Inférieure, 942.
Cartes (Les) du Ministère de la guerre, 1226.
Cartes préhistoriques (Légende des), 855.
Cartographie (La) statistique du congrès géographique de Paris, 1205.
Cassage des glaces par la dynamite, 318.
Castoréum (Structure des glandes à), 826.
Cautérisation des tissus normaux et des tissus ischémiés, 1035.
Cavernes (Coutumes des hommes des), 856.
Cendres (Dépôt de) de Nalliers, 891.
Chaleur animale, 962.
Chaleur. V. *Collodion*, 368.
—— *Thermomètre*, 424.
Champion (P.). — Quantité d'azote et d'ammoniaque, contenues dans les betteraves, 1186.
Channel-tunnel, p. 290.
Chant des pics, 811.
Chantre. — Discussion sur une station de la pierre polie, 850.
—— Légende internationale pour l'interprétation des cartes préhistoriques, 855.
Chaplain-Duparc. — Grottes dans la Sarthe, 919.
Chatin (Dr J.). — Etudes histologiques et histogéniques des glandes foliaires intérieures, 707.
—— Etudes ostéologiques sur les fosses nasales des quadrumanes, 793.
—— Etudes helminthologiques (2e série), 801.
—— Sur la structure des glandes à castoréum, 826.
Chaudières à vapeur (Causes d'usure et d'explosion des), 285.
Chauveau (A.). — L'Agent pyohémique, 1027.
Chauvet (G.). — Fouille de sept tumuli de la pierre polie (la Boixe), 851.
—— Discussion sur cette communication, 853.
—— Présentation d'une amulette crânienne, 854.

Chauvet. — Discussion sur le travail des os et des dents à la période néolithique, 903.
—— Discussion sur un cimetière de l'Europe néolithique, 918.
Chaux (Solubilité de la), 474.
Chemins de fer (Les) et les canaux, 1303.
Chemins de fer (Enquête des), 1357.
Chemins de fer d'intérêt local, 1298.
Chevaux (De l'exportation des), entre la France et l'Allemagne, 86.
Chevaux. V. *Boiteries*, 1071.
Chil-y-Naranjo (Dr). — La religion des Canariens primitifs et la pierre polie ou néolithique aux îles Canaries, 860.
Chimie agricole. V. *Laboratoire*, 1150.
Chloral (Indications du), 1065.
Chlore électrisé (Production et propriétés du), 484.
Chlorhydrate d'aniline (Dissociation du), 452.
Chlorophylle (Réduction par la), 750.
Chlorose vraie (Elimination des phosphates dans la), 997.
Choc (Représentation graphique des lois du), 167.
Chronographe électrique, 402.
Cicatrices (Les) et la Syphilis, 1139.
Cimetière de l'époque néolithique, 914.
Circulation (La) et le volume des organes, 1055.
Classification des batrachospermum, 689.
Classification (Nouvelle) des plantes, 751.
Classification. V. *Mollusque*, 815.
Cleiftie. — Sur le filtrage des eaux de fleuve ou de rivière, et spécialement de la Loire, à Nantes, au moyen de galeries ouvertes dans les graviers des berges, 293.
Collation des grades, 1329.
Collignon (Ed.). — Sur la résolution des équations numériques, 200.
Collodion (Emploi du) dans les expériences d'optique, d'acoustique et de chaleur, 366.
Colonisation pénitentiaire de la Nouvelle-Calédonie, 1307.
Combinaison nouvelle d'acide chlorhydrique et d'oxyde de méthyle, 460.
Compas trissecteur, 161.
Compas elliptique, 246.
Compas d'épaisseur de précision, 292.
Concasseur (Nouveau) système Auduze, 342.
Condensation de l'air humide, 379.
Conductibilité électrique de la pyrite, 403.
Conservation des blés, 1145.
Conserves alimentaires (Fabrique de) de M. Lechat, 1377.
Construction mécanique (La) à Nantes, 1284.
Contact (Transformations de) d'un système de courbes planes, 163.
Copal (Lézards du), 825.
Cornu (A.). — Points principaux d'un système d'optique, 353.
—— Propriétés focales des réseaux, 376.
—— Détermination de la vitesse de la lumière, 402.
Corporations (Les) de la Russie, 1265.
Corrélation des forces physiques, 489.
Couëron (Excursion à), 1357.
Courbes (Contact des) planes, 163.
Courbes. V. *Diamètres*, 236; *Genre*, 237; *Quadrature*, 179.
Courbes de hauteur. V. *Navigation hauturière*, 273.
Courroies (Tension des), 246.
Courty (Dr). — Discussion sur le vaginisme, 983.
—— des applications du caoutchouc à la chirurgie, 1043.
—— Discussion sur l'application du caoutchouc, 1044.
Crâne des alluvions de la Basse-Loire, 887.
Crâne perforé, 888.
Crânes péruviens déformés, 896.
Crâne dolichocephale, 909.
Crapaud accoucheur, 817, 828.
Crémation (La) et les sépultures mégalithiques, 881.
Cristallisation du sucre, 521.
Cubature des terrassements, 236.
Cuivre (Propriété des alliages de), 456.
Curare (Action du), 978.
Dagrève (Dr). — Des matières colorantes de l'urine comme signe diagnostic dans les albuminuries, 995.
Dally (Dr). — Discussion sur la microcéphalie, 866.
—— Des causes des déviations rachidiennes, 1047.
Daubrée. — Formation contemporaine de diverses espèces minérales sous l'action de sources thermales, 687.
Déformation des fossiles, 576.
Déglutition (Mécanisme de la), 1054.
Dehérain (P. P.). — Recherches sur les betteraves à sucre, 1151.
—— Nouvelles recherches sur la germination 1185.
Demance (E.). — De la préservation de la coque des navires en fer, de l'oxydation et des dépôts marins, 392.
Dents (Travail des) à la période néolithique, 901.
Deprez (Marcel). — Sur la représentation graphique des lois du choc, 167.
—— Sur la mesure des pressions des gaz de la poudre, 167.

—— Appareil pour mesurer la vitesse des locomotives, 237.
—— Sur la transformation mécanique des fonctions, 237.
—— Chronographe électrique, 402.
Désagrégation des lins, 525.
Désensablement des ports de mer, 312.
Deshayes (V.). — Sur l'emploi du spectroscope dans le procédé Bessemer, 536.
Détroquage des huîtres, 812.
Développement de l'inverse du sinus d'amplitude, et de son carré, suivant les puissances croissantes de la variable, 131.
Développement des batrachospermum, 689.
Développement des tissus osseux et cartilagineux, 1006.
Développement des vaisseaux fibro-vasculaires, 756.
Déviations rachidiennes, 1047.
Dextrines, 535.
Diamètres de la surface de l'onde, 231.
Diamètres (Enveloppe des) de courbes algébriques, 236.
Dictionnaire préhistorique du département de l'Yonne, 898.
Digitaline cristallisée, 517.
Diosaz (Gorges de la), 1226.
Discriminant (Propriétés du) des formes quadratiques, 225.
Dissociation du chlorhydrate d'aniline, 452.
Dolmens (Photographies de), 909.
Dombrowski. — Présentation d'un crâne dolichocéphale, 909.
Donnadieu (A. L.). — Recherches pour servir à l'histoire des tétranyques, 828.
Doucin (E.). — Société académique de Nantes et de la Loire-Inférieure, 1235.
—— Discussion sur les rapports de l'économie politique et du droit, 1263.
—— Des essais de colonisation pénitentiaire en Nouvelle-Calédonie, 1307.
Douillard (C. et G.). — Système de télégraphie nocturne à l'usage des navires de guerre et de commerce et des armées de terre, 287.
Drague à pompe, système Bazin, 291.
Droit civil (Manuel de), 1253.
Droit (Le) et l'économie politique, 1254.
Dron (Dr). — Influence de la syphilis sur les cicatrices de la peau et le cal des fractures, 1139.
Dufet (H.). — Recherches sur la conductibilité électrique de la pyrite, 403.
—— Déformation des fossiles contenus dans les roches schisteuses, 576.
Dumas. — Sur l'emploi du sulfo-carbonate de potassium pour détruire le phylloxera, 465.
Dupré (A.). — Thermomètre différentiel donnant simultanément les températures des boules et leur différence; son emploi comme psychromètre, 420.
Durand (L'abbé). — De Port-Nolloth à Springbock, Afrique centrale, 1199.
—— Discussion sur la cartographie statistique, 1205.
—— Météorologie et physique des mers polaires, 1207.
—— Les expéditions au pôle nord, 1219.
—— Discussion sur la mer libre au pôle nord, 1220.
—— Discussion sur la nouvelle expédition dans l'Afrique centrale, 1225.
Dutailly (G.). — Observations sur l'aponogeton distachyum, 707.
—— Sur le système fibro-vasculaire des nœuds de la tige du ricin, 771.
Duvergier. — Des tensions des courroies sur les tourillons des poulies, 246.
Dynamite (Emploi de la) pour le cassage des glaces, 318.
Dynamite employée à l'enlèvement d'une roche sous-marine, 342.
Eau (Injections sous-cutanées d') distillée, 963.
Eaux (Filtrage des), 293.
Eaux (Distribution d'). — Fontaine intermittente à débit déterminé, 323.
Eaux d'égout de Roubaix et de Tourcoing, 1181.
Eaux d'égouts (Utilisation des) de Paris, 1330.
Eaux minérales (Analyse des), 568.
Eaux pluviales (Utilisation des), 286.
Eaux thermales (Les) et les formations des espèces minérales, 687.
Ecarts. V. *Boiteries,* 1071.
Eclairage diurne des écoles, 1330.
Eclairement des corps, 966.
Ecole de commerce de Bordeaux, 1321.
Ecole Livet, 1368.
Ecole Monge (Méthodes en usage à l'), 1328.
Ecole supérieure des sciences et lettres de Nantes, 1363.
Ecoles (Eclairage diurne des), 1330.
Economie politique (Rapports de l') et du droit, 1254.
Economie politique (L') dans l'enseignement primaire, 1329.
Ecorchard (Dr). — Sur la manière d'allumer les siphons d'un certain diamètre dans les jardins botaniques, 650.
—— Nouvelle théorie élémentaire de la botanique, 751.
Egout (Eaux d') de Roubaix et Tourcoing, 1118.

Eichthal (Ad. d'). — Des rapports des sciences et de l'industrie, 10.
—— Discussion sur l'hygiène scolaire, 1251.
Electricité. V. *Chronographe*, 402; *Conductibilité*, 403; *Foudre*, 425; *Paratonnerre*, 424.
Elimination des phosphates dans la chlorose et la phthisie, 997.
Embryogénie des ascidies, 799.
Embryogénie du Lamellaria perspicua, 825.
Empoisonnement. V. *Arsenic*, 490.
Empyème (L'aspiration dans l'), 1047.
Engrais. V. *Phosphates fossiles*, 1180.
Engrais (Falsification d'), 1196.
Engrenages épicycloïdes (Tracé des), 166.
Enquête des chemins de fer, 1303.
Enregistrement graphique (De l'application de la méthode d') à l'étude des phénomènes physiologiques, 96.
Enseignement supérieur (Liberté de l'), 1329.
Enseignement de l'économie politique, 1329.
Enveloppe des diamètres des courbes algébriques, 236.
Epanchements abondants de la plèvre dans la tuberculisation pulmonaire, 1117.
Epargne (L') et ses conséquences, 1252.
Epidémie de fièvre typhoïde à Nantes, 1084.
Eponges (Organisation des) fibreuses de Syrie, 815.
Equations du 1er degré. Méthode graphique de résolution, 154.
Equations (Résolution des) numériques, 200.
Erdre (L') et l'aquiculture, 1160.
Eructation (Mécanisme de l'), 1054.
Esmarck. — V. *Caoutchouc*, 1018.
Esthésiographie, 1037.
Etats-Unis (L'aquiculture aux), 1160.
Ether (Combinaison de l') et du pentachlorure de phosphore, 450.
Ethers (Les) et l'acide iodhydrique, 446.
Ethnogénie des populations du nord-ouest de la France, 834.
Ethnographie de la presqu'île de Batz, 869.
Etoiles filantes (Observation des), 379.
Etudes préhistoriques (Progrès des) dans le sud-ouest de la France, 944.
Eudel (Em.). — Présentation d'une collection de ptéropodes, 827.
Evolution des bâtiments à vapeur. V. *Sillographe*, 314.
Excrétion aqueuse du proteinophallus Rivieri, 731.
Excursions : domaine du Foie-des-Bois, Grand-Jouan, 1153. Auray, Basse-Indre, Carnac, Couëron, Gavr'inis, Indret, Locmariaquer, Lorient, Morbihan, Saint-Nazaire, Vannes, 1355.
Exploration du pôle en aérostat, 1214.
Explosion des chaudières à vapeur, 285.
Exportation des chevaux entre la France et l'Allemagne, 86.
Faisceaux fibro-vasculaires (Développement des), 756.
Faivre (père). — Nouveau compas d'épaisseur de précision, 292.
Farre (Général). — Notice sur le service météorologique du gouvernement général de l'Algérie, 388.
Fasci (A.). — Sur la solution des problèmes de la navigation hauturière, 273.
Faune du lac de Tibériade, 816.
Faune. V. *Fossiles*, 601.
Fécondation du trifolium, 726.
Fécule (Etats allotropiques de la), 535.
Fermentation. V. *Microzymas*, 96.
Fermentation (Sur la), 472.
Fibres textiles du raphia pedunculata, 736.
Fièvre typhoïde (Epidémie de), 1084.
Fièvre jaune (Prophylaxie de la), 1142.
Fieuzal (Dr). — Démonstration ophthalmoscopique des mouvements de la membrane connue sous le nom de peigne chez les oiseaux et du rôle physiologique de cette membrane, 990.
Fillon (B.). — Vestiges des temps préhistoriques découverts dans la commune de Saint-Vincent-sous-Jart (Vendée), 889.
—— Dépôts de cendres de Nalliers (Vendée), 889.
Filtrage des eaux au moyen de galeries ouvertes dans les graviers des berges, 293.
Finances (Les) de l'Association, 42.
Flore de l'île Saint-Paul, 724, 725.
Flore de Roumanie, 730.
Flourens (G.). — Sur la cristallisation du sucre, 521.
—— Sur la valeur des résidus de l'industrie pour l'alimentation du bétail, 1192.
Foie-des-Bois (Excursion au domaine du), 1152.
Fonderie de M. Voruz,
Fontaine intermittente à débit déterminé, 323.
Fontannes (F.). — Sur les sables mio-pliocènes du bas Dauphiné septentrional, 679.
Fontloreau (Habitation lacustre de), 911.
Foraminifères (Reproduction des), 800.
Formation contemporaine des espèces minérales, 687.
Formes quadratiques. V. *Discriminant*, 225.
Formules de quadrature des courbes planes, 179.
Fosses nasales des quadrumanes, 793.
Fossiles (Déformation des), 576.
Fossiles siluriens de la Bretagne, 601.
Foudre (La) dans les mines, 425

Foulon. — Sur l'origine des conseils et des chambres de commerce, 1282.
Fouret (G.). — Méthode graphique pour résoudre un système quelconque de *n* équations du premier degré à *n* inconnues, 154.
—— Sur les transformations de contact d'un système de courbes planes, 163.
—— Sur l'application de l'appareil de Hart, 235.
—— Détermination graphique des moments fléchissants d'une poutre droite, 236.
—— Sur un compas elliptique, 246.
Franchimont. — Sur une combinaison de l'éther avec le pentachlorure de phosphore, 450.
Franck (Dr F.). — Changements de volume des organes sous l'influence de la circulation, 1055.
Frémy (E.). — Recherches sur les betteraves à sucre, 1151.
Friedel (C.). — Sur diverses combinaisons du titane, 430.
—— Recherches sur un composé nouveau d'acide chlorhydrique et d'oxyde de méthyle, 460.
Gaillardot (Dr). — Sur les premières fouilles de tumuli, 886.
Galeries de filtration, 393.
Garonne (Dépôts de la), 577.
Garrigou (Dr). — Cause d'usure et d'explosion des machines à vapeur, 285.
—— Résultat des analyses d'eaux minérales sur un mètre cube d'eau, 568.
—— Etude d'un ciment métamorphisé par la source Bayen; à Luchon, 677.
Gassies. — Sur les progrès des études préhistoriques dans le sud-ouest de la France, 1872 à 75, 888 et 944.
—— Présentation d'un fragment de crâne perforé, 888.
—— Discussion sur le travail des os et des dents à la période néolithique, 903.
Gavarret. — L'acoustique, le timbre des sons, 1354.
Gautier (Arm.). — Sur la recherche et le dosage de l'arsenic dans les divers organes, 490.
Gay (H.). — Sur un nouveau concasseur, 342.
Gayet (Dr). — Discussion sur l'application du caoutchouc à la chirurgie, 1044.
—— De l'aspiration faible et soutenue appliquée aux cavités suppurantes et particulièrement aux empyèmes, 1047.
Gavr'inis (Excursion à), 1359.
Gaz (Thermo-diffusion des), 354.
Gaz soumis à de hautes pressions (Action de la température sur les), 383.
Gaz (Echange des) entre les plantes et l'atmosphère, 725.
Genevier (G.). — Inflorescence et fécondation dans le genre trifolium, 726.
Gennevilliers. V. *Eaux d'égouts*, 1330.
Genou en dedans, 1064.
Genre des courbes algébriques, 237.
Géographie industrielle de la France, 1206.
Géographie (Société de) de Bordeaux, 1221.
Germer-Baillière. — Sur l'utilisation des eaux d'égouts dans la presqu'île de Gennevilliers, 1330.
Germination (Sur la), 1185.
Giard (A.). — Embryogénie des ascidies, 799.
—— Sur le sens qu'il convient d'attacher au mot mollusque, 813.
—— Sur l'embryogénie du Lamellaria perspicua, 825.
Girard (Ch.). — Recherches sur la production et la constitution du bleu de diphénylamine, 505.
Glaces (Cassage des) par la dynamite, 318.
Glaces (Limite des) perpétuelles, 413.
Glandes foliaires intérieures, 707.
Glandes (Structure des) à castoréum, 826.
Gobin (A.). — Emploi de la dynamite au cassage des glaces, 318.
—— Notes sur les variations barométriques et la prévision locale du temps, 407.
Godart. — Discussion sur l'hygiène scolaire 1252.
—— Méthodes en usage à l'école Monge, 1328.
Godefroy (L'abbé). — Sur des silex taillés de la pointe de Saint-Marc (Loire-Inf^{re}), 661.
Gorges de la Diosaz, 1226.
Goullin. — Sur l'industrie salicole et l'impôt au titre, 1252.
—— De l'amélioration de la Loire et des canaux maritimes, 1293.
Goupillaud. — Discussion sur l'amélioration de la Loire et des canaux maritimes, 1296.
Gourdon (C.). — De l'influence sur le zinc des dépôts mercuriels, 556.
—— Gravure en relief par l'emploi du mercure, 556.
Gournerie (De La). — Note sur les expériences entreprises pour déterminer la direction des pressions qui se développent dans une arche biaise, 136.
Grad (Ch.). — Observations sur la température des mers de France, 360.
—— La limite des neiges persistantes et la lisière des glaces fixes à la surface du globe, 413.

Grad (Ch.). — Discussion sur la mer libre au pôle nord, 1219.
Grande-Mare (Station lacustre de la), 849.
Grand-Jouan (Excursion de), 1152.
Grand-Lieu (Lac de), 903.
Grimaux (E.). — Recherches synthétiques sur le groupe urique, 445.
Gravure en relief par l'emploi du mercure, 556.
Gripon. — Emploi des lames de collodion dans les expériences d'optique, 366.
Groc (Al.). — Fontaine intermittente à débit maximum déterminé, 323.
—— Bouches d'incendie, 323.
Guano (Volatilisation de l'azote du), 1190.
Guérin (J.). — Sur diverses combinaisons du titane, 430.
Guidon de pointage (Nouveau), 247.
Guieysse (P.). — De la propagation des marées dans les rivières, 258.
Guillaud. — Sur l'organisation des rhizomes, 755.
Habitations lacustres. Fontloreau, 911.
Halphen, — Sur les enveloppes des diamètres des courbes algébriques, 236.
—— Sur le genre des courbes algébriques, 237.
Harembert (A.). — Sur les localisations cérébrales, 889.
Hart (Appareil de), 235, 237.
Hatt (P.). — Sur l'observation du passage de Vénus à l'Ile Campbell, 231.
Helminthologie. Nouvelles espèces, 801.
Hermite. — Sur le développement de l'inverse du sinus d'amplitude et de son carré, suivant les puissances croissantes de la variable, 131.
Hernie étranglée (Réunion immédiate dans l'opération de la), 1092.
Homme des cavernes (Coutumes des), 856.
Hôpitaux et hospices de Nantes, 1365.
Houzé de l'Aulnoit. — Discussion sur la phthisie pulmonaire. Réglementation de la force de pression, 961.
—— Des bandes et des tubes élastiques destinés à produire l'ischémie provisoire d'après la méthode d'Esmarck, 1018.
Hubert (C.). — Sur l'agromètre, 164, 1160.
Huîtres (Détroquage des), 812.
Hureau de Villeneuve (Dr). — Formation des nuages, 382, 1207.
—— Le canal de l'Irrawaddy au Mékong, 1200.
Hydrophobie, 1036.
Hygiène scolaire, 1247.
Ictère hématique traumatique, 994.
Idiot microcéphale, 983.
Iles Saint-Paul, Amsterdam, de la Réunion, 581.
Incendie des fourrages (Assurance contre l'), 1146.
Indret (Excursion à), 1357.
Industrie (Rapport des sciences et de l'), 10.
Industrie salicole (L') et l'impôt au titre, 1252.
Inflorescence du trifolium, 726.
Injections sous-cutanées d'eau distillée, 963.
Inondations (Les) et les irrigations, 328.
Inondations (Analyse des dépôts des) de la Garonne, 577.
Interférences, 369.
Inventaire intellectuel de la France, 1329.
Irrigations (Influence des) sur les inondations, 328.
Jackson (H.-W.), — De l'observation des étoiles filantes, et des erreurs dont on a à se garder dans le compte rendu de ces observations, 379.
Jade (Le) dans la baie de Rogueda, 576.
Joly. — De la drague à pompe, système Bazin et de son emploi, 291.
Judic. — Railway marin, 271.
La Blanchère (H. de). — De l'aquiculture américaine appliquée au repeuplement de la Loire, et du rôle de l'Erdre dans cette opération, 1160.
Laboratoire de chimie agricole de la Loire-Inférieure. Travaux de l'année 1874-1875, 1150.
Lac de Grand-Lieu, 903.
Lac de Tibériade (Faune du), 816.
Ladureau (A). — Sur la teinture en noir d'aniline, 466.
—— Note sur l'utilisation des eaux d'égouts de Roubaix et de Tourcoing, 1181.
—— Dosage de l'ammoniaque dans les engrais commerciaux, 1197.
Laennec (Dr). — Discussion sur la microcéphalie, 866.
—— Présentation d'un idiot microcéphale, 983.
—— Sur le développement du tissu osseux et du cartilage, 1006.
Lafitte (Dr L.). — Des injections sous-cutanées d'eau distillée ou d'eau pure, et de leurs bons effets thérapeutiques, 963.
Lagneau (G.). — Ethnogénie des populations du nord-ouest de la France, 834.
—— Discussion sur l'ethnogénie, 847-849.
—— Discussion sur un crâne des alluvions de la basse Loire, 887.
—— Discussion sur la presqu'île de Batz, 900.
—— Sur les Ligures, 904.

Laisant. — Mémoire sur les puissances de points, 189.
—— Calcul du produit de tous les sinus du 1er quadrant de degré en degré, 159.
—— Note sur un compas trisecteur, 161.
—— Service météorologique en Algérie, 387.
Laleu (O. de). — Sur 2 alouettes non encore décrites qu'il a observées dans le département, 808.
—— Observations sur le chant des pics, 811.
Lamy. — Recherches sur la solubilité de la chaux dans l'eau, 475.
Lancereaux (Dr). — Sur la maladie de Bright, 919.
—— Discussion sur la maladie de Bright, 981.
—— Discussion sur la léthalité de la morsure des vipères indigènes, 1064.
Landowski (Dr). — Discussion sur la léthalité de la morsure des vipères indigènes, 1064.
Lanessan (J.-L. de). — Organogénie de la fleur et du fruit des *Zostera marina* L. et *Z. nana* Roth, 690.
—— Rapport des Zostera avec les graminées, 707.
—— Recherches sur le développement des faisceaux fibro-vasculaires, 756.
Lantier (Dr E.). — Appareil chirurgical pneumatique à effets triples et indépendants, 1037.
Lapeyre (Dr). — Relation d'une épidémie de fièvre typhoïde observée au mois d'avril et au mois de mai 1874, sur les militaires de la garnison de Nantes, 1084.
Laroyenne (Dr). — Effets comparés de la cautérisation pratiquée sur les tissus normaux et les tissus anémiés d'après la méthode d'Esmarck, 1835.
Lataste. — Extrait d'une note sur les brosses copulatrices des batraciens anoures, 805.
Lauriol. — La marine marchande, 1316.
Lebesconte (P.). — Essai d'un catalogue raisonné des fossiles siluriens des départements de Maine-et-Loire, de la Loire-Inférieure et du Morbihan, avec des observations sur les terrains paléozoïques de l'ouest de la France, 601.
—— Présentation des fossiles paléozoïques du département d'Ille-et-Vilaine et note additionnelle sur la faune silurienne de l'ouest de la France, 683.
Lecadre (Dr). — La mortalité par la phthisie pulmonaire, 949.
—— Discussion sur la paralysie saturnine par absorption cutanée directe, 1046.
Lechat (Ch.). — Discours à la séance d'ouverture, 20.
Lefort (J.). — Des rapports de l'économie politique et du droit, 1254.
—— Discussion sur ce sujet, 1254.
—— Sur les tribunaux de commerce, 1282.
—— La collation des grades, 1329.
Légende internationale des cartes préhistoriques, 855.
Lemoine (Em.). — Note sur un tétraèdre dont les arêtes opposées sont égales 2 à 2, 173.
—— Rhéomètre à eau, 318.
Lemonnier. — La mer Neutre, 1253.
Leneveu. — Tracé des engrenages épicycloïdes, 166.
Lentilles (Détermination des points cardinaux des), 353.
Letenneur (Dr). — Discussion sur les applications du caoutchouc à la chirurgie, 1044.
Létiévant (Dr). — Esthésiographie, 1037.
Leudet (Dr). — Discussion sur la maladie de Bright, 981.
—— Discussion sur la paralysie saturnine par absorption cutanée directe, 1046.
—— Discussion sur les indications du chloral et du bromure de potassium, 1071.
—— Etude clinique des épanchements abondants de la plèvre dans la tuberculisation pulmonaire, 1117.
Levasseur. — Présentation de la carte de France en relief, 1222.
—— Le ministère de la guerre à l'exposition du Congrès géographique à Paris, 1226.
—— Discussion sur l'hygiène scolaire, 1251.
Léveillé de Baulac. — Sur la conservation des blés, 1145.
Lézards de l'ambre et du copal, 825.
Ligature de la carotide primitive, 1131.
Lignes d'égale teinte, 366.
Liguine (V.). — Sur les systèmes articulés à 6 tiges, 209.
—— Généralisation d'un théorème de M. Chasles, 246.
Ligures (Les), 904.
Lille (La session de) en 1874, 22.
Limousin (Ch.). — Sur les brevets d'invention, 1253.
—— Discussion sur le monopole des tabacs, 1315.
Limur (De). — Sur l'existence du jade dans la baie de Rogueda près Vannes, 576.
—— Sur les produits minéraux de la Bretagne, 576.
—— Précession des équinoxes, leurs conséquences dans un avenir reculé, 909.
Lins (Désagrégation des), 525.

L'Isle (A. de). — Sur l'accouchement de l'*alytes obstetricans*, 817.
—— Sur l'Éclosion des têtards de l'alytes obstetricans, 828.
Livet. — Les méthodes d'enseignement à l'École Notre-Dame, 1328.
Livet. — École, 1368.
Localisations cérébrales, 889.
Loch à cadran, nouveau système, 319.
Locis (de) minoris resistentiæ, 971.
Locquemariaquer (Excursion à), 1359.
Loire (Amélioration de la), 1293.
Loire-Inférieure (Carte préhistorique de la), 942.
Loire-Inférieure (La société académique de la), 1235.
Loire-Inférieure (Ressources minéralurgiques et salicoles de la), 47.
Lorient (Enlèvement d'une roche sous-marine à), 342.
Lorient (Excursion à), 1359.
Lorieux (E.). — Les ressources minéralurgiques et salicoles de la Loire-Inférieure, 47.
Lorin. — Action réciproque de l'acide oxalique déshydraté et des alcools polyatomiques proprement dits. Application à la préparation de l'acide formique très-concentré et même cristallisable, 507.
Lortet. — Quelques points de l'organisation des éponges fibreuses de Syrie, 813.
—— Sur la faune du lac de Tibériade, 815.
Lory. — Les gisements de phosphates du sud-est de la France, 676.
—— Sur les dislocations des roches dans les pays de montagne, 679.
Loyson. — Sur l'état de la science pénitentiaire en France, 1307.
Lumière (Vitesse de la), 402.
Lyon (Distribution d'eau de), 296, 311.
Maïnoff (De). — Discussion sur les rites funéraires et religieux des Aléoutes et des Eskimos de la côte nord-ouest de l'Amérique, 914.
Maladie de Bright, 979.
Malherbe (Dr). — Paralysie saturnine par absorption cutanée directe, 1044.
—— Discussion sur la paralysie saturnine, 1046.
Manès (J.). — Compte rendu des travaux de la Société de géographie commerciale de Bordeaux, 1221.
—— Note sur l'École supérieure de commerce et d'industrie de Bordeaux, 1321.
Mannheim (A.). — Recherches sur la surface de l'onde, 167.
—— Propriétés des diamètres de la surface de l'onde et interprétation physique de ces propriétés, 231.
Manufacture des tabacs de Nantes, 1375.
Marées (Propagation des) dans les rivières, 258.
Marey. — De l'application de la méthode d'enregistrement graphique à l'étude des phénomènes physiologiques, 96.
—— Description d'un loch à cadran indiquant à tout instant la vitesse d'un navire, 319.
—— Mesure de la pression et de la vitesse du sang dans les artères, 1026.
Marine marchande (La), 1316.
Martinet (L.) — L'exploration du pôle nord en aérostat, 1214.
Mascart. — Condensation résultant de la détente de l'air humide, 379.
Masfrand. — Moyens d'empêcher l'hydrophobie de se produire, 1036.
Masse (Dr E.). — De la réunion immédiate après l'opération de la hernie étranglée, 1092.
—— Monstre anencéphale à langue trifide, 1106.
Masson (G.). — Les finances de l'Association, 42.
Matière colorante du sang dans l'ictère, 994.
Matières colorantes de l'urine dans les albuminuries, 995.
Maufras. — Discussion sur l'ethnogénie du nord-ouest de la France, 849.
Mer libre (La) du pôle nord, 1219.
Mer Neutre (La), 1253.
Mercure (Emploi du) dans la gravure en relief, 556.
Merget. — Thermo-diffusion gazeuse des corps pulvérulents humides, 354.
—— Sur la respiration des végétaux, 412.
—— Échange gazeux entre les plantes et l'atmosphère, 725.
—— Sur la réduction chlorophyllienne par les feuilles et les fruits, 750.
Mers (Température des) de France, 360.
Métallurgie du cadmium, 561.
Météorologie. Température des mers, 360.
Météorologie en Algérie, 387, 388.
Météorologie des mers polaires, 1207.
Méthode graphique de résolution de *n* équations du 1er degré à *n* inconnues, 154.
Méthodes en usage à l'école Monge, 1328.
Meunier (Mme Hip.). — Le docteur au village, entretiens sur la géographie industrielle de la France, 1206.
—— Hygiène scolaire, 1247.
Michel (Francisque). — Observation sur les paratonnerres, 424.
Microcéphale, 865.

Microzymas (Les) dans leurs rapports avec la fermentation et la physiologie, 96.
Minéralogie de la Bretagne, 576.
Minéralogie de la Loire-Inférieure, 47.
Minéraux (Formation contemporaine des), 687.
Modèles en cire (Anatomie), 994.
Mollusque (Sur le sens du mot), 815.
Moments fléchissants d'une poutre droite. Détermination graphique, 236.
Monstre anencéphale à langue trifide, 1106.
Monopole des tabacs, 1315.
Mont Blanc (Percement du), 1225.
Morbihan (Excursion du), 1359.
Moreau (Arm.). — Fonction hydrostatique de la vessie natatoire, 77, 403.
Moride. — Des syphoïdes inexplosibles, 372.
Morsure (Léthalité de la) des vipères, 1059.
Mortalité par la phthisie pulmonaire, 949.
Mortillet (G. de). — Discussion sur une station de la pierre polie, 850.
—— Discussion sur les fouilles de sept tumuli de la pierre polie (La Boixe), 853.
—— Discussion sur les dépôts de cendres de Nalliers (Vendée), 896.
—— Présentation de la carte préhistorique de la Loire-Inférieure, 942.
—— Sur l'origine du bronze, 944.
Mouvement d'une lame plane, résistance de l'air, 178.
Musée préhistorique, 888. 944.
Musique alphabétique, 424.
Nalliers (Dépôts de cendres de), 891.
Nantes (Distribution d'eau de), 293, 312.
Nantes (La Société académique de), 1235.
Nantes (Les sciences naturelles à), 1333.
Navigation hauturière. (Solution finale des problèmes de), 273.
Navires en fer (Préservation des coques des), 392.
Negri (le commandeur). — Remerciements adressés aux explorateurs du pôle nord, 1204.
—— Discussion sur la cartographie statistique, 1206.
—— Sur la mer libre du pôle nord, 1219.
Neiges persistantes (Limite des), 413.
Nepveu (Dr). — Contribution à l'histoire de la carotide primitive et des accidents consécutifs à la ligature de ce vaisseau, 1131.
Névralgies (Sections nerveuses dans les), 989.
Nîmes (Distribution d'eau de), 300.
Niveau à manomètre, 1201.
Nivet (A.). — De l'influence des irrigations sur les inondations, 329.
Nivoit. — Sur les phosphates de chaux du terrain crétacé dans le nord de la France et de la Belgique, 662.
Noir d'aniline, 466.
Nuages (Formation des), 382.
Œchsner de Coninck (W.). — Sur un alcool hexylique secondaire, 461.
Oiseaux (Peigne des), 990.
Ollier. — La Session de Lille en 1874, 22.
Ommaney (l'amiral). — Discussion sur les coutumes des hommes des cavernes dans l'Europe occidentale, 860.
—— Souvenir d'un voyage au pôle nord à la recherche de sir John Franklin, 1198.
—— Discussion sur le pôle nord, 1198.
—— Discussion sur la mer libre au pôle nord, 1221.
Onde (Surface de l'), 167, 231.
Optique. V. *Collodion*, 366; *Interférences*, 369; *Lentilles*, 353; *Polarisation*, 368; *Réseaux*, 376; *Vitesse de la lumière*, 402.
Organisation des éponges, 815.
Organisation des rhizomes, 755.
Organogénie des amentacées, 756.
Organogénie des zostera, 1690.
Os (Poids des) des membres supérieurs, 1036.
Os (Travail des) à la période néolithique, 901.
Ossements fossiles du Mont Dol, 811.
Ostéologie des fosses nasales des quadrumanes, 793.
Ostréiculture, 812.
Otorrhée cérébrale, 1111.
Ovaire (Anatomie et physiologie de l'), 984.
Ozone (Production et propriétés de l'), 484.
Papillaud (Dr L. H. A.). — Sur quelques indications du chloral et du bromure de potassium, 1065.
Parallélogramme Peaucellier, 208.
Paralysie saturnine par absorption cutanée directe, 1044.
Paratonnerres, 424.
Paris (Eaux d'égout de), 1330.
Parmentier (Th.). — Comparaison analytique des différentes méthodes d'approximation pour la quadrature des courbes planes et formule nouvelle, 179.
Passage de Vénus à l'île Campbell, 231.
Passage de Vénus (Mission du), 581.
Passy (F.). — L'enseignement de l'économie politique, 1329.
Pasteur. — Sur la fermentation, 473.
Peigne des oiseaux, 990.
Pellet (H.). — Quantités d'azote et d'ammoniaque contenues dans les betteraves, 1186.
Perez (Dr). — Manière de préparer les émigrants pour les pays chauds et de diminuer chez eux les effets de la cause qui produit la fièvre jaune, 1142.

Pesier. — Procédé d'extraction de la potasse des salins de betteraves, 506.
Petit (Dr L.-H.). — De locis minoris resistentiæ, 971.
Petit (Dr). — Présentation d'un microcéphale, 865, 983.
Pétrole. V. *Siphoïdes* inexplosibles, 372.
Phéné (John P.). — Sur les coutumes des hommes des cavernes dans l'Europe occidentale, 856.
Phosphates (Elimination des) dans la chlorose et la phthisie, 997.
Phosphates fossiles (Assimilabilité des), 1180.
Photomètre (Nouveau), 403.
Phrénologie, 889,
Phthisie (Mortalité par la), 949.
Phthisie commençante (Elimination des phosphates dans la), 997.
Phylloxera (Le) et le sulfocarbonate de potassium, 465.
Physique des mers polaires, 1207.
Picquet. — Sur une propriété du discriminant des formes quadratiques, 225.
Pics (Chant des), 811.
Pierre polie (La) aux îles Canaries, 860.
Pierres factices, 323.
Piette (Ed.). — Les vestiges de la période néolithique comparés à ceux des âges antérieurs, 919.
Pinard. — Discussion des crânes péruviens déformés, 897.
—— Sur les rites religieux et funéraires des populations Aléoutes et Eskimos de la côte nord-ouest de l'Amérique, 913.
Pisciculture (La) en Amérique, 1160.
Plassiard. — Sur les lignes d'égale teinte, 366.
Plèvre (Epanchements abondants de la) dans la tuberculisation pulmonaire, 1117.
Plomb. V. *Paralysie saturnine*, 1044.
Plomb (Usine à) de M. Russeil, 1376.
Poids comparatif des os des membres supérieurs, 1036.
Pointage (Nouveau système de) applicable aux canons rayés, 247.
Poirier. — Sur les chemins de fer d'intérêt local, 1298.
Poisson (J.). — Sur la flore de l'Ile Saint-Paul, 724.
Poissons. V. *Vessie natatoire*, 77.
Polarisation de la chaleur et de la lumière, 368.
Pôle (Exploration du) en aérostat, 1214.
Pôle nord (Les dernières expéditions au), de 1871 à 1874, 44.
Pôle nord (Explorations du), 1198, 1204, 1207, 1219.
Poncet (Dr). — De la matière colorante du sang produisant l'ictère hématique traumatique, 994.
—— Sur le poids comparatif des os des membres supérieurs avec application à la médecine légale, 1036.
Port-Nolloth (De) à Springbock, 1199.
Ports de mer (Désensablement des), 312.
Potasse extraite des salins de betteraves, 506.
Potasses (Analyse des), 560.
Poudre (Mesure des pressions des gaz de la), 167.
Poutre droite. (Détermination graphique des moments fléchissants), 236.
Précession des équinoxes, 909.
Préservation des coques des navires en fer, 392.
Pression du sang dans les artères, 1026.
Pressions (Direction des) qui se développent dans une arche biaise, 136.
Pressions (Mesure des) des gaz de la poudre, 167.
Prévision du temps (La) et le baromètre, 407.
Produit des sinus du premier quadrant, de degré en degré, 159.
Propagation des marées dans les rivières, 258.
Prophylaxie de la fièvre jaune, 1142.
Proteinophallus Rivieri (Excrétion aqueuse du), 731.
Prunières (Dr). — Discussion sur les fouilles de sept tumuli de la pierre polie (la Boixe), 853.
—— Discussion sur une amulette crânienne, 855.
—— La crémation dans les sépultures mégalithiques, 881.
—— Discussion sur la communication ci-dessus, 885.
—— Discussion sur un fragment de crâne perforé, 888.
—— Le travail des os et des dents à la période néolithique, 901.
—— Sur un cimetière de l'époque néolithique, 915.
—— Discussion sur cette communication, 918.
Psychromètre (Nouveau), 420.
Ptéropodes (Collection de), 827.
Puissances (Sur les) de points, 139.
Pyohémie (La), 1027.
Pyrite (Conductibilité électrique de la), 409.
Quadrature approximative des courbes planes, 179.
Quadrumanes (Ostéologie des fosses nasales des), 793.
Quivogne (F.). — De l'exportation des chevaux entre la France et l'Allemagne, 86, 1253.

Rabut. — Bateau remontant le cours d'un fleuve au moyen du courant, 342.
Radoubage (Nouveau système de), 271.
Raffineries de sucre de M. Etienne et de M. Massion, 1376.
Railway marin, 271.
Ramey (E.). — Sur l'excrétion aqueuse du proteinophallus Rivieri, 731.
Raphia pedunculata (Utilisation des fibres du), 730.
Réduction chlorophyllienne, 750.
Reins. V. *Maladie de Bright*, 979.
Religion des Canariens primitifs, 860.
Renaud (G.). — La cartographie statistique au congrès géographique de Paris, 1205.
—— Discussion sur la cartographie statistique, 1205.
—— A propos du compte rendu des travaux de la Société de géographie commerciale de Bordeaux, 1221.
—— Projet de percement du Mont Blanc, 1225.
—— Les gorges de la Diosaz, 1226.
—— Discussion sur les rapports de l'économie politique et du droit, 1263.
—— Les canaux et les chemins de fer, 1303.
—— La liberté de l'enseignement supérieur, 1329.
—— Projet d'inventaire intellectuel, 1329.
Renazé (Fossiles de), 601.
Rendement du blé en 1875, 1178.
Renouard (A. fils). — Désagrégation des lins par voie chimique, 525.
—— Sur la rotation des lins, 1185.
—— Les corporations ouvrières urbaines et rurales en Russie, 1265.
Repeuplement de la Loire, 1160.
Reproduction des foraminifères, 1800.
Réseaux (Propriétés focales des), 376.
Résidus industriels pour l'alimentation du bétail, 1192.
Résistance de l'air au mouvement d'une lame plane, 178.
Resistentiæ (De locis minoris), 971.
Résolution des équations du 1er degré. — Méthode graphique, 154.
Résolution des équations numériques, 200.
Respiration des plantes, 725.
Respiration des végétaux, 412.
Réunion (Ile de la), 581.
Rhéomètre à eau, 318.
Rhizomes (Organisation des), 755.
Rites funéraires (Les), de la Scandinavie, 885.
Rites religieux et funéraires des populations aléoutes et eskimos, 913.
Rivières (Propagation des marées dans les), 258.
Rochard (F.). — Exposé de la méthode de musique alphabétique, 424.
Rochemacé (F. de la). — Utilisation des eaux pluviales, 286.
—— Sur les assurances communales en nature contre l'incendie des fourrages et les associations contre la fraude des engrais, 1146.
Roche sous-marine (Enlèvement d'une), 343.
Roubaix (Eaux d'égout de), 1181.
Rouffet. — Discussion sur l'ethnologie du nord-ouest de la France, 847.
—— Discussion sur la presqu'île de Batz, 900.
Roumanie (Flore de), 730.
Roussille (Albert). — Expériences relatives à l'assimilation des phosphates fossiles; action fâcheuse du sulfate d'ammoniaque dans un sol presque dépourvu d'acide phosphorique, 1180.
—— Présentation d'échantillons d'engrais, 1196.
Russie (Les corporations de la), 1265.
Saint-Loup. — Résistance de l'air au mouvement d'une lame plane, 178.
—— Sur les systèmes articulés, 178.
Saint-Nazaire (Excursion à), 1355.
Saint-Paul (Ile), 589.
Saint-Paul (Flore de l'île), 724, 725.
Saint-Vincent-sous-Jart (Station préhistorique de), 889.
Salet (G.), — Sur les spectres multiples, 485.
Salins de betteraves (Extraction de la potasse des) 506.
Salmon (Ph.). — Sur une station de la pierre polie, 849.
—— Présentation d'un dictionnaire de topographie et d'archéologie préhistoriques pour le département de l'Yonne, 898.
Sang (Matière colorante du) dans l'ictère, 994.
Sang (Pression et vitesse du) dans les artères, 1026.
Sauvetage (Canot de) inchavirable, 269.
Savonnerie de MM. Serpette, Lourmand, Larray et Cie, 1378.
Scandinavie (Rites funéraires de la), 885.
Schlumberger. — Reproduction des foraminifères, 800.
Schmidt (W.). — Sur les rites funéraires des temps préhistoriques en Scandinavie, 885.
Schutzenberger. — Constitution des matières albuminoïdes, 482.
Sciences (Rapports des) et de l'industrie, 10.
Sciences naturelles (Les) à Nantes, 1333.
Science pénitentiaire (La) en France, 1307.
Sections nerveuses dans les névralgies, 989.
Sel (Industrie du) dans la Loire-Inférieure, 67.

Sépultures mégalithiques (Les) et la crémation, 881.
Sillographe, 314.
Silva (R. D.). — De l'action de l'acide iodhydrique à basses températures sur les éthers proprement dits et les éthers mixtes, 446.
Sinety (Dr de). — Sur quelques points d'anatomie et de physiologie de l'ovaire et de l'utérus, 984.
Sinus d'amplitude (Développement de l'inverse du) et de son carré, 131.
Sinus (Produit des) du 1er quadrant de degré en degré, 159.
Siphoïdes inexplosibles, 372.
Sirodot. — Sur la classification et le développement des Batrachospermum, 689.
—— Sur les ossements fossiles du mont Dol, 811.
Spectres multiples, 485.
Spectroscope (Emploi du) dans le procédé Bessemer, 536.
Société académique (La) de Nantes et de la Loire-Inférieure, 1233.
Société de géographie commerciale de Bordeaux, 1221.
Solubilité de la chaux, 474.
Soudes (Analyses des), 560.
Station lacustre de la Grande-Noue, 849.
Sucre (Cristallisation du), 521.
Sucre (Betteraves à), 1151, 1186.
Sulfocarbonate de potassium (Le) et le Phylloxera, 465.
Surface de l'onde, 167.
Surface de l'onde (Propriétés des diamètres de la) et interprétation physique de ses propriétés, 231.
Syphilis (Influence de la) sur les cicatrices de la peau et le cal des fractures, 1139.
Systèmes articulés, 178.
Systèmes articulés à 6 tiges, 208.
Tabacs (Monopole des), 1315.
Talrich (J.). — Présentation de trois nouveaux modèles en cire, représentant l'anatomie de l'ovaire, 994.
Tanret (Ch.). — De la digitaline cristallisée, 517.
Teinture en noir d'aniline, 466.
Teissier (Jr). — Recherches comparées sur l'élimination des phosphates dans la chlorose vraie et la phthisie commençante, 997.
Télégraphie nocturne, 287.
Températures des mers de France, 360.
Tension des courroies, 246.
Terrains paléozoïques de la Bretagne, 601.
Terrains siluriens (Fossiles des), 601.
Tétraèdres (Propriétés des), 173.
Tétranyques (Recherches sur les), 828.
Théorie (Nouvelle) élémentaire de la Botanique, 751.
Thermo-diffusion gazeuse des corps pulvérulents humides, 354.
Thermomètre différentiel (Nouveau), 420.
Tibériade (Faune du lac de), 816.
Timbre (Le) des sons, 1354.
Tissus osseux et cartilagineux (Développement des), 1006.
Titane (Combinaison du), 430.
Toulon. — Sur un appareil pour effectuer la cubature des terrassements, 236.
Toulouse (Distribution d'eau de), 295.
Tourcoing (Eaux d'égout de), 1181.
Toussaint. — De l'intervention des puissances respiratoires dans certains actes mécaniques de la digestion, 1054.
Trannin. — Appareil photométrique pour mesurer l'intensité de la lumière, 403.
Transformation de contact d'un système de courbes planes, 163.
Transformation mécanique des fonctions, 237.
Traumatologie (Sur un point de), 1007.
Trélat (E.). — Sur l'éclairage diurne des Écoles, 1330.
Trélat (Dr U.). — Sur le vaginisme, 982.
Tribunaux (Les) de Commerce, 1282.
Trifolium (Inflorescence et fécondation du), 726.
Tripier (Dr). — Sur les sections nerveuses dans les névralgies, 989.
—— Sur le genou en dedans, 1064.
Trissection de l'angle. V. *Compas* trisecteur, 161.
Tromelin (Le Goarant de). — Sur un sillographe, destiné à tracer automatiquement, sur le papier, les courbes qu'un bâtiment à vapeur décrit dans une évolution, 314.
Tromelin (Gen Le Goarant de). — Essai d'un catalogue raisonné des fossiles siluriens des départements de Maine-et-Loire, de la Loire-Inférieure et du Morbihan avec des observations sur les terrains paléozoïques de l'ouest de la France, 601.
—— Présentation de fossiles paléozoïques du département d'Ille-et-Vilaine et note additionnelle sur la faune silurienne de l'ouest de la France, 683.
Tuberculisation. V. *Épanchements*, 1117.
Tumulus de la Boixe, 851.
Tumulus (Premières fouilles des), 886.
Tunnel sous-marin, 290.
Urine (Matière colorante de l') dans les albuminuries, 995.

Uriques (Dérivés). Leur synthèse, 445.
Usure des chaudières à vapeur, 285.
Utérus (Anatomie et physiologie de l'), 984.
Vaginisme, 982.

Vaillant (L.). — Remarques sur les lézards de l'ambre et description d'un geckotien de la résine copal, 825.

Vannes (Excursion à), 1359.
Vapeurs de mercure, d'iode et de soufre, 452.

Vélain (Ch.). — Les îles Saint-Paul et Amsterdam, 581.
—— L'île de la Réunion, 581.
—— Sur la flore de l'Ile Saint-Paul, 724.

Vent (Mesure de la vitesse du), 345.
Vénus (Passage de) à l'Ile Campbell, 231.

Verneuil (Dr). — Note sur un point de traumatologie, 1007.
—— Discussion sur les indications de chloral et du bromure de potassium, 1071.

Vessie natatoire (Fonction hydrotastique de la), 77.
Vestiges de la période néolithique comparés à ceux des âges antérieurs, 919.

Viaud-Grand-Marais (Dr). — Discussion sur la paralysie saturnine par absorption cutanée directe, 1046.
—— De la léthalité de la morsure des vipères indigènes, 1059.
—— Discussion sur cette communication, 1064.

Vins (Principes nouveaux des), 534.
Vipères (Léthalité de la morsure des), 1059.
Visites scientifiques et industrielles à Nantes :
—— *Boîtes de fer blanc* (Fabrique de) de MM. Barau et Colas, 1378.
—— *Conserves alimentaires* (Fabrique de) de M. Lechat, 1377.
Ecole Notre-Dame (Ecole Livet), 1368.
Ecole supérieure des sciences et des lettres, 1363.
Fonderie de M. Voruz, 1380.
Hôpitaux et hospices. École de Médecine, 1365.
Manufacture des tabacs, 1375.
Musée préhistorique, 1373.
Plomb (Usine à) de M. Russeil, 1376.
Raffineries de sucre de M. Etienne et de M. Massion, 1375.
Savonnerie de MM. Serpette, Lourmand, Larray et Cie, 1378.
Vitraux peints (Manufacture de) de M. Denis, 1382.

Vitesse (Appareil pour mesurer la) des locomotives, 237.
Vitesse des navires. V. *Loch à cadran*, 319.
Vitesse (Détermination de la) de la lumière, 402.
Vitesse du sang dans les artères, 1026.
Vitraux peints (Manufacture de) de M. Denis, 1382.

Vogt (Carl). — Discussion sur la microcéphalie, 868.

Volatilisation de l'azote du guano, 1190.
Volume des organes (Le) et la circulation, 1055.
Vomissement (Mécanisme du), 1054.

Voruz. — L'épargne et ses conséquences, 1252.
—— La révision du cadastre, l'impôt foncier, 1252.
—— Discussion sur les rapports de l'économie politique et du droit, 1265.

Willm. — Recherches sur la production et la constitution du bleu de diphénylamine, 505.

Wurtz (Ad.). — Sur la dissociation du chlorhydrate d'aniline, 452.

Yonne (Département de l'). Dictionnaire préhistorique, 898.

Zinc (Influence du) sur les dépôts mercuriels, 556.
Zostera (Organogénie des), 690.

TABLE DES MATIÈRES

Statuts et règlement..... 1

LISTES DES MEMBRES

Membres fondateurs..... XII
— à vie..... XVII
— annuels..... XXI
Liste des Savants étrangers ayant assisté au Congrès..... LI

ASSEMBLÉES GÉNÉRALES

Assemblée générale (Nantes, 26 août 1875)..... 1
Désignation des villes où se tiendront les 5e session (Clermont-Ferrant) en 1876 et 6e session (Le Havre) en 1877..... 2
Bureau pour la 5e session..... 3
Conseil d'administration..... 3

CONGRÈS DE NANTES

Programme de la session..... 5
Comité local de Nantes..... 6

SÉANCES GÉNÉRALES

Séance d'ouverture (19 août 1875). Présidence de M. D'EICHTHAL..... 9
D'EICHTHAL, Président. — Discours. — Des rapports des sciences et de l'industrie.... 10
CH. LECHAT, Maire de Nantes. — Discours..... 20
OLLIER, Secrétaire général. La session de Lille en 1874..... 22
G. MASSON, Trésorier. — Les finances de l'Association..... 42

Séance générale du 20 août 1875. — Présidence de M. D'EICHTHAL..... 44
ROUSSIN. — Les dernières expéditions au pôle nord, de 1871 à 1874..... 44
E. LORIEUX. — Les ressources minéralurgiques et salicoles de la Loire-Inférieure..... 47
ARM. MOREAU. — Fonction hydrostatique de la vessie natatoire..... 77

Séance générale du 25 août 1875. — Présidence de M. D'EICHTHAL..... 86
F. QUIVOGNE. — De l'exportation des chevaux entre la France et l'Allemagne..... 86
MAREY. — De l'application de la méthode d'enregistrement graphique à l'étude des phénomènes physiologiques..... 96
A. BÉCHAMP. — Les microzymas dans leurs rapports avec les fermentations et la physiologie..... 96
P. BROCA. — Anthropologie de la Bretagne..... 129

SÉANCES DE SECTIONS

PREMIER GROUPE. — SCIENCES MATHÉMATIQUES

1re et 2e sections. — Mathématiques, Astronomie, Géodésie et Mécanique.

BUREAU 131
HERMITE. — Sur le développement de l'inverse du sinus d'amplitude et de son carré, suivant les puissances croissantes de la variable 131
DE LA GOURNERIE. — Note sur les expériences entreprises pour déterminer la direction des pressions qui se développent dans une arche biaise 136
LAISANT. — Mémoire sur les puissances de points 139
G. FOURET. — Méthode graphique pour résoudre un système quelconque de *n* équations du premier degré à *n* inconnues 154
LAISANT. — Calcul du produit de tous les sinus du premier quadrant, de degré en degré. 159
— Note sur un compas trisecteur 161
G. FOURET. — Sur les transformations de contact d'un système de courbes planes 163
C. HUBERT. — Sur l'agromètre 164
LENEVEU. — Tracé des engrenages épicycloïdes 166
MARCEL DEPREZ. — Sur la représentation graphique des lois du choc 167
— ..... Sur la mesure des pressions des gaz de la poudre 167
A. MANNHEIM. — Recherches sur la surface de l'onde 167
EM. LEMOINE. — Note sur un tétraèdre dont les arêtes opposées sont égales deux à deux 173
SAINT-LOUP. — Résistance de l'air au mouvement d'une lame plane 178
— Sur les systèmes articulés 178
TH. PARMENTIER. — Comparaison analytique des différentes méthodes d'approximation pour la quadrature des courbes planes et formule nouvelle 179
ED. COLLIGNON. — Sur la résolution des équations numériques 200
V. LIGUINE. — Sur les systèmes articulés à 6 tiges 209
PICQUET. — Sur une propriété du discriminant des formes quadratiques 225
P. HATT. — Sur l'observation du passage de Vénus à l'île Campbell 231
A. MANNHEIM. — Propriétés des diamètres de la surface de l'onde et interprétation physique de ces propriétés 231
G. FOURET. — Sur une application de l'appareil de Hart 235
HALPHEN. — Sur les enveloppes des diamètres des courbes algébriques 236
G. FOURET. — Détermination graphique des moments fléchissants d'une poudre droite. 236
TOULON. — Sur un appareil pour effectuer la cubature des terrassements 236
BRÉGUET fils. — Description de l'appareil à tiges articulées de Hart 237
MARCEL DEPREZ. — Appareil pour mesurer la vitesse des locomotives 237
— Sur la transformation mécanique des fonctions 237
HALPHEN. — Sur le genre des courbes algébriques 237
DUVERGIER. — Des tensions des courroies sur les tourillons des poulies 246
V. LIGUINE. — Généralisation d'un théorème de M. Chasles 246
G. FOURET. — Sur un compas elliptique 246

3e et 4e sections. — Navigation, Génie civil et militaire.

BUREAU 247
DE BROCA. — Nouveau système de pointage applicable aux canons rayés et aux armes de précision 247
P. GUIÉYSSE. — De la propagation des marées dans les rivières 258
DE BROCA. — Canot de sauvetage inchavirable 269
JUDIC. — Railway marin 271
A. FASCI. — Sur la solution des problèmes de la navigation hauturière 273
Dr GARRIGOU. — Causes d'usure et d'explosion des machines à vapeur 285
DE LA ROCHE-MACÉ. — Utilisation des eaux pluviales 286
C. ET G. DOUILLARD. — Système de télégraphie nocturne à l'usage des navires de guerre et de commerce et des armées de terre 287

CH. BERGERON. — Le tunnel sous-marin 290
JOLY. — De la drague à pompe, système Bazin et de son emploi 291
FAIVRE père. — Nouveau compas d'épaisseur de précision 292
CLEIFTIE. — Sur le filtrage des eaux de fleuve ou de rivière et spécialement de la Loire, à Nantes, au moyen de galeries ouvertes dans les graviers des berges 293
CH. BERGERON. — Désensablement des ports de mer 312
LE GOARANT DE TROMELIN. — Sur un sillographe destiné à tracer automatiquement, sur le papier, les courbes qu'un bâtiment à vapeur décrit dans une évolution 314
EM. LEMOINE. — Rhéomètre à eau 318
A. GOBIN. — Emploi de la dynamite au cassage des glaces 319
MAREY. — Description d'un loch à cadran indiquant à tout instant la vitesse d'un navire. 319
BALLY. — Présentation de pierres factices 323
AL. GROC. — Fontaine intermittente à débit maximum déterminé. — Bouche d'incendie. 323
A. NIVET. — De l'influence des irrigations sur les inondations 329
H. GAY. — Sur un nouveau concasseur 342
BOURDELLES. — Enlèvement d'une roche sous-marine à l'entrée de la rade de Lorient 342
RABUT. — Bateau remontant le cours d'un fleuve au moyen du courant 344

DEUXIÈME GROUPE. — SCIENCES PHYSIQUES ET CHIMIQUES.

5e et 7e sections. — Physique, Météorologie et Physique du globe.

BUREAU 345
ARSON. — Anémomètre. Mesure de la vitesse du vent 345
A. CORNU. — Points principaux d'un système optique 353
MERGET. — Thermo-diffusion gazeuse des corps pulvérulents humides 354
CH. GRAD. — Observation sur la température des mers de France 360
PLASSIARD. — Sur les lignes d'égale teinte 366
GRIPON. — Emploi des lames de collodion dans les expériences d'optique 366
MORIDE. — Des siphoïdes inexplosibles 372
A. CORNU. — Propriétés focales des réseaux 376
MASCART. — Condensation résultant de la détente de l'air humide 379
H.-W. JACKSON. — De l'observation des étoiles filantes et des erreurs dont on a à se garder dans le compte rendu de ces observations 379
HUREAU DE VILLENEUVE. — Formation des nuages 382
TH. ANDREWS. — Expériences sur les gaz à de hautes pressions et à diverses températures 383
LAISANT. — Service météorologique en Algérie 387
FARRE (Gal). — Notice sur le service météorologique du gouvernement général de l'Algérie 388
E. DEMANCE ET G. BERTIN. — De la préservation de la coque des navires en fer de l'oxydation et des dépôts marins 392
MARCEL DEPREZ. — Chronographe électrique 402
A. CORNU. — Détermination de la vitesse de la lumière 402
A. MOREAU. — Fonction hydrostatique de la vessie natatoire 403
TRANNIN. — Appareil photométrique pour mesurer l'intensité de la lumière 403
H. DUFET. — Recherches sur la conductibilité électrique de la pyrite 403
A. GOBIN. — Note sur les variations barométriques et la prévision locale du temps 407
MERGET. — Sur la respiration des végétaux 412
CH. GRAD. — La limite des neiges persistantes et la lisière des glaces fixes à la surface du globe 413
A. DUPRÉ. — Thermomètre différentiel donnant simultanément les températures des boules et leur différence, son emploi comme psychromètre 420
F. ROCHARD. — Exposé de la méthode de musique alphabétique 424
F. MICHEL. — Observations sur les paratonnerres 424
V. BOUHY. — Circulation de la foudre dans les travaux souterrains d'une mine métallique de la Société de la nouvelle montagne à Engis (Belgique) 425

6e section. — Chimie.

BUREAU..... 430
C. FRIEDEL ET M.-J. GUÉRIN. — Sur diverses combinaisons du titane..... 430
E. GRIMAUX. — Recherches synthétiques sur le groupe urique..... 445
D. R. SILVA. — De l'action de l'acide iodhydrique à bases températures sur les éthers proprement dits et les éthers mixtes..... 446
FRANCHIMONT. — Sur une combinaison de l'éther avec le pentachlorure de phosphore... 450
BÉCHAMP. — Transformation de l'alcool éthylique en acide de la série grasse..... 452
Dr BRAME. — Sur les vapeurs de mercure, d'iode et de soufre..... 452
A. WURTZ. — Sur la dissociation du chlorhydrate d'aniline..... 452
A. BOBIERRE. — Sur quelques alliages de cuivre et notamment sur le bronze à canon.. 456
C. FRIEDEL. — Recherches sur un composé nouveau d'acide chlorhydrique et d'oxyde de méthyle..... 460
W. OECHSNER DE CONINCK. — Sur un alcool hexylique secondaire..... 461
DUMAS. — Sur l'emploi du sulfocarbonate de potassium pour détruire le phylloxera.... 465
A. LADUREAU. — Sur la teinture en noir d'aniline..... 466
PASTEUR. — Sur la fermentation..... 475
LAMY. — Recherches sur la solubilité de la chaux dans l'eau..... 475
SCHUTZENBERGER. — Constitution des matières albuminoïdes..... 482
ANDREWS. — Faits sur l'ozone et le chlore électrisé..... 484
G. SALET. — Sur les spectres multiples..... 485
Dr BRAME. — Sur la corrélation des forces physiques..... 489
ARM. GAUTIER. — Sur la recherche et le dosage de l'arsenic dans les divers organes.... 490
WILLM et CH. GIRARD. — Recherches sur la production et la constitution du bleu de diphénylamine..... 505
PESIER. — Procédé d'extraction de la potasse des salins de betteraves..... 506
LORIN. — Action réciproque de l'acide oxalique déshydraté et des alcools polyatomiques proprement dits. — Application à la préparation de l'acide formique très-concentré et même cristallisable..... 507
CH. TANRET. — De la digitaline cristallisée..... 517
G. FLOURENS. — Sur la cristallisation du sucre..... 521
A. RENOUARD, fils. — Désagrégation des lins par voie chimique..... 525
A. BÉCHAMP. — Sur deux principes nouveaux des vins..... 534
— Sur les dextrines..... 535
— Sur les états allotropiques de la fécule..... 535
V. DESHAYES. — Sur l'emploi du spectroscope dans le procédé Bessemer..... 536
C. GOURDON. — De l'influence sur le zinc des dépôts mercuriels. — Nouveau procédé de gravure en relief par l'emploi du mercure..... 556
BALARD. — Analyses des soudes et des potasses..... 560
V. BOUHY. — Fabrication du cadmium à l'usine de la Société de la Nouvelle-Montagne à Engis (Belgique)..... 561
Dr GARRIGOU. — Résultat des analyses d'eaux minérales faites sur un mètre cube d'eau. 568

TROISIÈME GROUPE. — SCIENCES NATURELLES.

8e section. — Géologie.

BUREAU..... 576
DE LIMUR. — Sur l'existence du jade dans la baie de Rogueda, près Vannes. — Sur les produits minéraux de la Bretagne..... 576
H. DUFET. — Déformation des fossiles contenus dans les roches schisteuses..... 576
CH. VÉLAIN. — Les îles Saint-Paul et Amsterdam. — L'île de la Réunion..... 581
LE GOARANT DE TROMELIN et P. LEBESCONTE. — Essai d'un Catalogue raisonné des fossiles siluriens des départements de Maine-et-Loire, de la Loire-Inferieure et du Morbihan, avec des observations sur les terrains paléozoïques de l'Ouest de la France..... 601

GODEFROY (L'abbé), — Sur des silex taillés de la Pointe St-Marc (Loire-Inférieure)..... 661
NIVOIT. — Sur les phosphates de chaux du terrain crétacé dans le nord de la France et la Belgique..... 662
LORY. — Les gisements de phosphates du sud-est de la France..... 676
Dr GARRIGOU. — Étude d'un ciment métamorphisé par la source Bayen à Luchon..... 677
LORY. — Sur les dislocations des roches dans les pays de montagnes..... 679
F. FONTANNES. — Sur les sables mio-pliocènes du Bas-Dauphiné septentrional..... 679
DE TROMELIN et P. LEBESCONTE. — Présentation de fossiles paléozoïques du département d'Ille-et-Vilaine et note additionnelle sur la faune silurienne de l'ouest de la France..... 683
DAUBRÉE. — Formation contemporaine de diverses espèces minérales sous l'action de sources thermales..... 687

9e section. — Botanique.

BUREAU..... 689
SIRODOT. — Sur la classification et le développement des Batrachospermum..... 689
J.-L. DE LANESSAN. — Organogénie de la fleur et du fruit des *Zostera marina* L. et *Z nana* Roth. — Rapport des Zostera avec les graminées..... 690
J. CHATIN. — Études histologiques et histogéniques des glandes foliaires intérieures... 707
G. DUTAILLY. — Observations sur l'aponogeton distachyum..... 707
J. POISSON. — Sur la flore de l'île St-Paul..... 724
VÉLAIN. — Sur la flore de l'île St-Paul..... 724
MERGET. — Échanges gazeux entre les plantes et l'atmosphère..... 725
G. GENEVIER. — Inflorescence et fécondation dans le genre trifolium..... 726
BOURGAULT-DUCOUDRAY. — De l'utilisation industrielle des fibres du Raphia pedunculata. 730
Dr BRANDZA. — Sur la flore de Roumanie..... 730
E. RAMEY. — Sur l'excrétion aqueuse du proteinophallus Rivieri..... 731
Dr ÉCORCHARD. — Sur la manière d'allumer les siphons d'un certain diamètre dans les jardins botaniques..... 750
MERGET. — Sur la réduction chlorophyllienne par les feuilles et les fruits..... 750
Dr ÉCORCHARD. — Nouvelle théorie élémentaire de la botanique..... 751
GUILLAUD. — Sur l'organisation des Rhizomes..... 755
DE LANESSAN. — Recherches sur le développement des faisceaux fibro-vasculaires..... 756
H. BAILLON. — Recherches organogéniques sur les amentacées..... 756
DUTAILLY. — Sur le système fibro-vasculaire des nœuds de la tige du ricin..... 771

10e section. — Zoologie et Zootechnie.

BUREAU..... 771
L. BUREAU. — L'aigle botté, aquila pennata (Cuvier), d'après les observations recueillies dans la Loire-Inférieure..... 771
Dr J. CHATIN. — Études ostéologiques sur les fosses nasales des quadrumanes..... 793
A. GIARD. — Embryogénie des ascidies..... 799
SCHLUMBERGER. — Reproduction des foraminifères..... 800
Dr J. CHATIN. — Études helminthologiques (2e série)..... 801
LATASTE. — Extrait d'une note sur les brosses copulatrices des batraciens anoures..... 805
O. DE LALEU. — Sur deux alouettes non encore décrites qu'il a observées dans le département..... 808
SIRODOT. — Sur les ossements fossiles du mont Dol..... 811
O. DE LALEU. — Observation sur le chant des pics..... 811
B.-L. BALLY. — Sur l'ostréiculture; détroquage et protection..... 812
A. GIARD. — Sur le sens qu'il convient d'attacher au mot mollusque..... 813
LORTET. — Quelques points de l'organisation des éponges fibreuses de Syrie..... 813
— Sur la faune du lac de Tibériade..... 815
A. DE L'ISLE. — Sur l'accouchement de l'*alytes obstetricans*..... 817
A. GIARD. — Sur l'embryogénie du Lamellaria perspicua..... 825
L. VAILLANT. — Remarques sur les lézards de l'ambre et description d'un geckotien de la résine copal..... 825

Dr J. Chatin. — Sur la structure des glandes à castoréum.... 826
Em. Eudel. — Présentation d'une collection de ptéropodes..... 827
A. de l'Isle. — Sur l'éclosion des têtards de l'alytes obstetricans..... 828
A.-L. Donnadieu. — Recherches pour servir à l'histoire des tétranyques..... 828

11e section. — Anthropologie.

Bureau..... 834
G. Lagneau. — Ethnogénie du nord-ouest de la France..... 834
P. Broca. — Discussion sur la communication précédente..... 846
Rouffet — — — 847
Lagneau — — — 847
Maufras — — — 849
Lagneau — — — 849
Ph. Salmon. — Sur une station de la pierre polie..... 849
De Mortillet. — Discussion sur la communicaion précédente..... 850
Chantre. — — — 850
G. Chauvet. — Fouille de sept tumuli de la pierré polie (La Boixe)..... 851
De Mortillet. — Discussion sur la communication précédente..... 853
Dr Prunières. — — — 853
Chauvet. — — — 853
Cartailhac. — — — 853
P. Broca. — — — 853
G. Chauvet. — Présentation d'une amulette crânienne..... 854
P. Broca. — Discussion sur la communication précédente..... 854
Prunières. — — — 855
Chantre. — Légende internationale pour l'interprétation des cartes préhistoriques.... 855
John P. Phéné. — Sur les coutumes des hommes des cavernes dans l'Europe occidentale..... 856
Ommaney (Amiral). — Discussion sur la communication précédente..... 860
Dr Chil-y-Naranjo. — La religion des Canariens primitifs et la pierre polie ou néolithique aux iles Canaries..... 860
Dr Petit. — Présentation d'un microcéphale..... 865
Dr Dally. — Discussion sur la microcéphalie..... 866
Dr Laennec. — — 866
Dr Broca. — — 866
Carl Vogt. — — 868
Léon Bureau. — Ethnographie de la presqu'île de Batz..... 869
Broca. — Mensuration d'habitants de Guérande et de Saillé..... 880
Dr Prunières. — La crémation dans les sépultures mégalithiques..... 881
Cartailhac. — Discussion sur la communication précédente..... 885
Prunières. — — 885
W. Schmidt. — Sur les rites funéraires des temps préhistoriques en Scandinavie..... 885
Dr Gaillardot. — Sur les premières fouilles des tumuli..... 886
P. Broca. — Présentation d'un crâne des alluvions de la Basse-Loire..... 887
G. Lagneau. — Discussion sur la communication précédente..... 887
Gassies. — Sur les progrès des études préhistoriques dans le sud-ouest de la France de 1872 à 1875..... 888
— Présentation d'un fragment de crâne perforé..... 888
Prunières. — Discussion sur la présentation précédente..... 888
P. Broca. — — — 888
A. Harembert. — Sur les localisations cérébrales..... 889
B. Fillon. — Vestiges des temps préhistoriques découverts dans la commune de Saint-Vincent-sous-Jart (Vendée)..... 889
— Dépôts de cendres de Nalliers (Vendée)..... 891
De Mortillet. — Discussion sur la communication précédente..... 896
P. Broca. — Présentation d'anciens crânes péruviens déformés..... 896

PINART. — Discussion sur la présentation précédente..... 897
PH. SALMON. — Présentation d'un dictionnaire de topographie et d'archéologie préhistoriques pour le département de l'Yonne..... 898
P. BROCA. — La presqu'île de Batz..... 899
LÉON BUREAU. — Discussion sur la communication précédente..... 900
G. LAGNEAU. — — 900
ROUFFET. — — 900
Dr PRUNIÈRES. — Le travail des os et des dents à la période néolithique..... 901
GASSIES. — Discussion sur la communication précédente..... 903
CHAUVET. — — 903
CARTAILHAC. — L'excursion au lac de Grandlieu..... 903
G. LAGNEAU. — Sur les Ligures..... 904
DE LIMUR. — Précession des équinoxes, leur conséquence dans un avenir reculé..... 909
CARTAILHAC. — Présentation de photographies de dolmens..... 909
DOMBROWSKI. — Présentation d'un crâne dolichocéphale..... 909
PINART. — Sur les rites religieux et funéraires des populations Aléoutes et Eskimos de la côte nord-ouest de l'Amérique..... 913
CARTAILHAC. — Discussion sur la communication précédente..... 914
DE MAÏNOFF. — — 914
Dr PRUNIÈRES. — Sur un cimetière de l'époque néolithique..... 915
CHAUVET. — Discussion sur la communication précédente..... 918
Dr PRUNIÈRES. — — 918
P. BROCA. — — 918
CHAPLAIN-DUPARC. — Grottes dans la Sarthe..... 919
ED. PIETTE. — Les vestiges de la période néolithique comparés à ceux des âges antérieurs. 919
DE MORTILLET. — Présentation de la carte préhistorique de la Loire-Inférieure..... 942
— Sur l'origine du bronze..... 944
GASSIES. — Sur les progrès des études préhistoriques dans le sud-ouest de la France de 1872 à 1875..... 944
Travaux envoyés à la section et qui n'ont pu être communiqués faute de temps..... 948

12e section. — Sciences médicales.

BUREAU..... 949
Dr LECADRE. — La mortalité par la phthisie pulmonaire..... 949
Dr HOUZÉ DE L'AULNOIT. — Discussion sur la communication précédente..... 961
Dr CL. BERNARD. — Sur la chaleur animale..... 962
Dr A. MOREAU. — Sur la vessie natatoire des poissons..... 963
Dr L. LAFITTE. — Des injections sous-cutanées d'eau distillée ou d'eau pure et de leurs bons effets thérapeutiques..... 963
Dr L. H. PETIT. — De locis minoris resistentiæ..... 971
Dr CL. BERNARD. — Sur l'action du curare..... 978
Dr LANCEREAUX. — Sur la maladie de Bright..... 979
Dr LEUDET. — Discussion sur la communication précédente..... 981
Dr LANCEREAUX. — — — 981
Dr U. TRÉLAT. — Sur le vaginisme..... 982
Dr COURTY. — Discussion sur le vaginisme..... 983
Dr LAENNEC et Dr PETIT. — Présentation d'un idiot microcéphale..... 983
Dr DE SINETY. — Sur quelques points d'anatomie et de physiologie de l'ovaire et de l'utérus..... 984
ARLOING et TRIPIER. — Sur les sections nerveuses dans les névralgies..... 989
Dr FIEUZAL. — Démonstration ophthalmoscopique des mouvements de la membrane connue sous le nom de peigne chez les oiseaux, et du rôle physiologique de cette membrane..... 990
Dr PONCET. — De la matière colorante du sang produisant l'ictère hématique traumatique..... 994
TALRICH. — Présentation de trois nouveaux modèles en cire, représentant l'anatomie de l'ovaire..... 994

D' DAGRÈVE. — Des matières colorantes de l'urine comme signe diagnostic dans les albuminuries..... 995
J' TEISSIER. — Recherches comparées sur l'élimination des phosphates dans la chlorose vraie et la phthisie commençante..... 997
D' LAENNEC. — Sur le développement du tissu osseux et du cartilage..... 1006
D' VERNEUIL. — Note sur un point de traumatologie..... 1007
D' A. HOUZÉ DE L'AULNOIT. — Réglementation de la force de pression des bandes et des tubes élastiques destinés à produire l'ischémie provisoire, d'après la méthode d'Esmarck..... 1018
D' BÉCHAMP. — Sur les microzymas..... 1026
D' MAREY. — Mesure de la pression et de la vitesse du sang dans les artères..... 1026
A. CHAUVEAU. — L'agent pyohémique..... 1027
D' LAROYENNE. — Effets comparés de la cautérisation, pratiquée sur les tissus normaux et les tissus anémiés, d'après la méthode d'Esmarck..... 1035
D' PONCET. — Sur le poids comparatif des os des membres supérieurs avec application à la médecine légale..... 1036
MASFRAND. — Moyens d'empêcher l'hydrophobie de se produire..... 1036
D' E. LANTIER. — Appareil chirurgical pneumatique à effets triples et indépendants.... 1037
D' LÉTIÉVANT. — Esthésiographie..... 1037
D' COURTY. — Des applications du caoutchouc à la chirurgie..... 1043
D' GAYET. — Discussion sur la communication précédente..... 1044
D' LETENNEUR. — — — 1044
D' AZAM. — — — 1044
D' COURTY. — — — 1044
D' MALHERBE. — Paralysie saturnine par absorption cutanée directe..... 1044
D' LECADRE. — Discussion sur la communication précédente..... 1046
D' LEUDET. — — — 1046
D' MALHERBE. — — — 1046
D' VIAUD-GRAND-MARAIS. — — 1046
D' DALLY. — Des causes des déviations rachidiennes..... 1047
D' GAYET. — De l'aspiration faible et soutenue appliquée aux cavités suppurantes et particulièrement aux empyèmes..... 1047
TOUSSAINT. — De l'intervention des puissances respiratoires dans certains actes mécaniques de la digestion..... 1054
D' F. FRANCK. — Changements de volume des organes sous l'influence de la circulation..... 1055
D' VIAUD-GRAND-MARAIS. — De la léthalité de la morsure des vipères indigènes..... 1059
D' LANDOWSKI. — Discussion sur la communication précédente..... 1064
D' VIAUD-GRAND-MARAIS. — — 1064
D' BOUTEILLER. — — — 1064
D' LANCEREAUX. — — — 1064
D' TRIPIER. — Sur le genou en dedans..... 1064
D' L.-H.-A. PAPILLAUD. — Sur quelques indications du chloral et du bromure de potassium..... 1065
D' LEUDET. — Discussion sur la communication précédente..... 1071
D' VERNEUIL. — — — 1071
D' BOUTEILLER. — — — 1071
B. ABADIE. — Détermination méthodique du siége de certaines boiteries de chevaux vulgairement attribuées, le plus souvent à tort, à des écarts ou à des allonges..... 1071
D' LAPEYRE. — Relation d'une épidémie de fièvre typhoïde observée au mois d'avril et au mois de mai 1874, sur les militaires de la garnison de Nantes..... 1084
D' E. MASSE. — De la réunion immédiate après l'opération de la hernie étranglée..... 1092
— Monstre anencéphale à langue trifide..... 1106
D' G. BERTIN. — Note sur l'otorrhée cérébrale d'Itard..... 1111
D' E. LEUDET. — Étude clinique des épanchements abondants de la plèvre dans la tuberculisation pulmonaire..... 1117

Dr Nepveu. — Contribution à l'histoire de la carotide primitive et des accidents consécutifs à la ligature de ce vaisseau..... 1131
Dr Dron. — Influence de la syphilis sur les cicatrices de la peau et le cal des fractures.. 1139
Dr Perez. — Manière de préparer les émigrants pour les pays chauds et de diminuer chez eux les effets de la cause qui produit la fièvre jaune..... 1142

QUATRIÈME GROUPE. — SCIENCES ÉCONOMIQUES.

13e section. — Agronomie.

Bureau..... 1145
Léveillé de Baulac. — Sur la conservation des blés..... 1145
F. de La Rochemacé. — Sur les assurances communales en nature contre l'incendie des fourrages et les associations contre la fraude des engrais..... 1146
Bobierre. — Compte rendu des travaux du laboratoire de chimie agricole pendant l'exercice 1874-75..... 1150
Bruneteau. — De l'influence de la concurrence des blés étrangers pour l'exportation française; moyens d'y remédier..... 1150
E. Frémy et P. P. Dehérain. — Recherches sur les betteraves à sucre..... 1151
Excursion à l'École d'agriculture de Grand-Jouan et au domaine du Foie-des-Bois..... 1153
C. Hubert. — Sur l'agromètre..... 1160
H. de La Blanchère. — De l'aquiculture américaine appliquée au repeuplement de la Loire, et du rôle de l'Erdre dans cette opération..... 1160
J. A. Barral. — Rendement du blé en 1875..... 1178
Alb. Roussille. — Expériences relatives à l'assimilabilité des phosphates fossiles. — Action fâcheuse du sulfate d'ammoniaque dans un sol presque dépourvu d'acide phosphorique..... 1180
A. Ladureau. — Note sur l'utilisation des eaux d'égouts de Roubaix et de Tourcoing.. 1181
Alf. Renouard fils. — Sur la rotation des lins..... 1185
P.-P. Dehérain. — Nouvelles recherches sur la germination..... 1185
P. Champion et H. Pellet. — Quantités d'azote et d'ammoniaque contenues dans les betteraves..... 1186
A. Bobierre. — Recherches sur la volatilisation de l'azote du guano péruvien..... 1190
Baillou. — Sur le phylloxera..... 1192
G. Flourens. — Sur la valeur des résidus de l'industrie pour l'alimentation du bétail.. 1192
Alb. Roussille. — Présentation d'échantillons d'engrais..... 1196
A. Ladureau. — Dosage de l'ammoniaque dans les engrais commerciaux..... 1197

14e section. — Géographie.

Bureau..... 1198
Ommaney (L'amiral). — Souvenir d'un voyage au pôle nord à la recherche de sir John Francklin..... 1198
Dr Hureau de Villeneuve. — Discussion sur le pôle nord..... 1198
Ommaney (L'amiral), — — 1198
Durand (L'abbé). — De Port-Nolloth à Springbock (Afrique australe)..... 1199
Dr Hureau de Villeneuve. — Le canal de l'Irrawaddy au Mékong..... 1200
A. Bréguet. — Niveau à manomètre de M. Galland, ingénieur des Ponts-et-Chaussées. 1201
Negri (Le commandeur). — Remerciements adressés aux explorateurs du pôle nord.... 1204
G. Renaud. — La cartographie statistique au Congrès géographique de Paris..... 1205
Durand (L'abbé). — Discussion sur la communication précédente..... 1205
G. Renaud. — — — 1205
Negri (Le commandeur). — — — 1206
Meunier. (Mme Hip.). — Le docteur au village. — Entretiens sur la géographie industrielle de la France..... 1206
Dr Hureau de Villeneuve. — Formation des nuages..... 1207
Durand (L'abbé). — Météorologie et physique des mers polaires..... 1207

L. Martinet. — L'exploration du pôle nord en aérostat..... 1214
Negri (Le Commandeur). — Sur la mer libre du pôle nord..... 1219
Ch. Grad. — Discussion sur la mer libre au pôle nord..... 1219
Durand (L'abbé). — Histoire des expéditions au pôle nord..... 1219
A. Roussin. — Sur la mer libre au pôle nord..... 1219
Durand (L'abbé). — Discussion sur la mer libre au pôle nord..... 1220
Roussin. — — 1220
Ommaney (L'amiral). — — 1221
Manès. — Compte rendu des travaux de la Société de géographie commerciale de Bordeaux..... 1221
G. Renaud. — A propos de la communication précédente..... 1221
Levasseur. — Présentation de la carte de France en relief..... 1222
Roussin. — Sur la nouvelle expédition française dans l'Afrique centrale et sur les débouchés probables des eaux de la région équatoriale de ce continent..... 1223
Durand (L'abbé). — Discussion sur la communication précédente..... 1225
G. Renaud. — Projet de percement du mont Blanc..... 1225
— Les gorges de la Diosaz..... 1226
Levasseur. — Le ministère de la guerre à l'exposition du Congrès géographique à Paris..... 1226

15e section. — Économie politique.

Bureau..... 1235
Doucin. — La Société académique de Nantes et de la Loire-Inférieure..... 1235
Meunier (Mlle Hip.). — Hygiène scolaire..... 1247
Levasseur. — Discussion sur l'hygiène scolaire..... 1251
D'Eichthal. — — 1251
Godart. — — 1252
Voruz. — L'épargne et ses conséquences..... 1252
Goullin. — Sur l'industrie salicole et l'impôt au titre..... 1252
Voruz. — La révision du cadastre. — L'impôt foncier..... 1252
Quivogne. — De l'exportation des chevaux entre la France et l'Allemagne..... 1253
Lemonnier. — La mer Neutre..... 1253
Acollas. — Présentation d'un manuel de droit civil..... 1253
Ch. Limousin. — Sur les brevets d'invention..... 1253
J. Lefort. — Des rapports de l'Économie politique et du droit..... 1254
Doucin. — Discussion sur la communication précédente..... 1263
G. Renaud. — — — 1263
J. Lefort. — — — 1263
Voruz. — — — 1265
Alf. Renouard. — Les corporations ouvrières, urbaines et rurales en Russie..... 1265
Foulon. — Sur l'origine des conseils et des Chambres de commerce..... 1282
J. Lefort. — Sur les tribunaux de commerce..... 1282
Brissonneau. — La construction mécanique à Nantes..... 1284
Edw. Brabrook. — Les associations de prévoyance de l'Angleterre..... 1285
Goullin. — De l'amélioration de la Loire et des canaux maritimes..... 1293
Goupilleau. — Discussion sur la communication précédente..... 1296
Poirier. — Sur les chemins de fer d'intérêt local..... 1298
G. Renaud. — Les canaux et les chemins de fer..... 1303
A. Bazaine. — Étude sur le développement des réseaux secondaires de chemin de fer en France..... 1304
Loyson. — Sur l'état de la science pénitentiaire en France..... 1307
E. Doucin. — Des essais de colonisation pénitentiaire en Nouvelle-Calédonie..... 1307
Philippe. — Sur le monopole des tabacs..... 1315
Arth. Mangin. — Discussion sur le monopole des tabacs..... 1315
Ch. Limousin. — — 1316
Lauriol. — La marine marchande..... 1316

CARÈME. — Du rôle du capital-actions dans les compagnies d'assurances sur la vie et des conditions de la mutualité à primes fixes en Angleterre, en Allemagne et en Amérique 1317
J. MANÈS. — Note sur l'École supérieure de commerce et d'industrie de Bordeaux 1321
DE BAGNAUX. — Méthodes en usage à l'école Monge 1328
GODART. — Sur le même sujet 1328
LIVET. — Les méthodes d'enseignement à l'École Notre-Dame 1328
G. RENAUD. — La liberté de l'enseignement supérieur 1329
— Projet d'inventaire intellectuel 1329
J. LEFORT. — La collation des grades 1329
F. PASSY. — L'enseignement de l'économie politique 1329
E. TRÉLAT. — Sur l'éclairage diurne des écoles 1330
GERMER-BAILLIÈRE. — Sur l'utilisation des eaux d'égouts dans la presqu'île de Gennevilliers 1330

CONFÉRENCES

ÉD. BUREAU. — Les sciences naturelles à Nantes 1333
GAVARRET. — L'acoustique, le timbre des sons 1354

EXCURSIONS

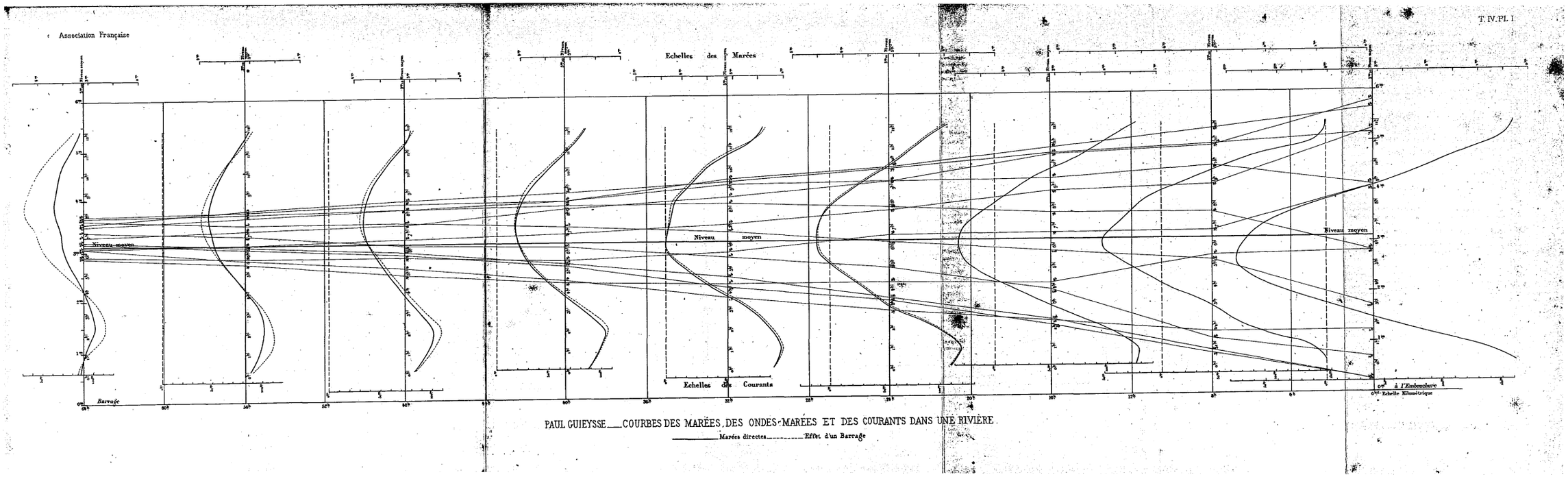
Excursion à Saint-Nazaire 1355
— à Indret, la Basse-Indre et Couëron 1357
— dans le Morbihan 1359

VISITES AUX ÉTABLISSEMENTS SCIENTIFIQUES ET INDUSTRIELS DE NANTES

École préparatoire à l'enseignement supérieur des sciences et des lettres 1363
Les Hôpitaux et l'École de médecine 1365
L'institution Notre-Dame 1368
Le Musée préhistorique 1373
Raffineries de sucre 1375
Manufacture des tabacs 1375
Usine à plomb 1376
Fabrique de conserves alimentaires 1377
Fabrique de boîtes pour les conserves 1378
Huilerie et savonnerie 1378
Fonderie 1380
Manufacture de vitraux peints 1382
Errata 1384
Table analytique 1385
Table des matières 1401

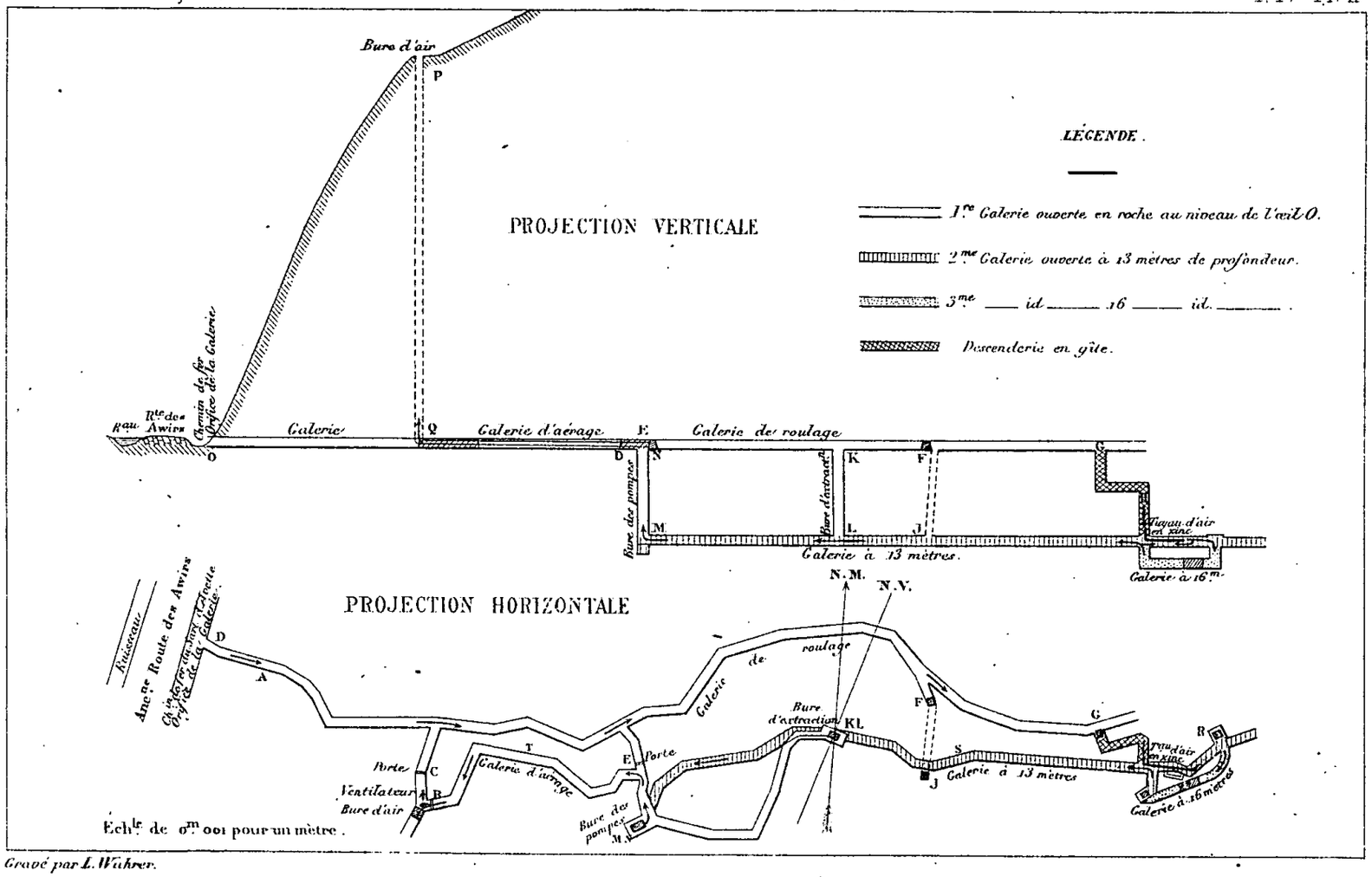
Nantes. — Imp. Vincent Forest et Émile Grimaud, place du Commerce, 4.

Association Française

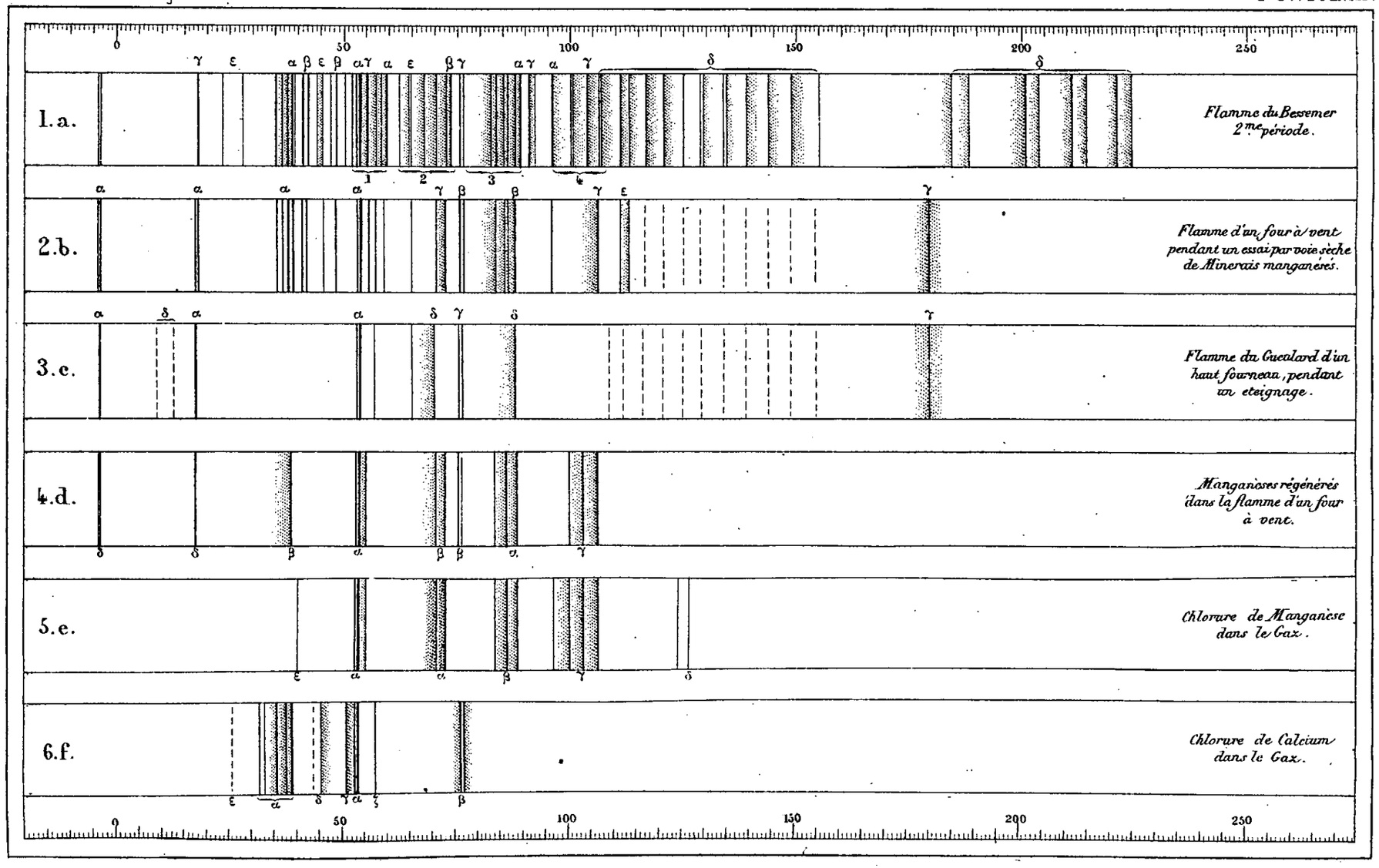


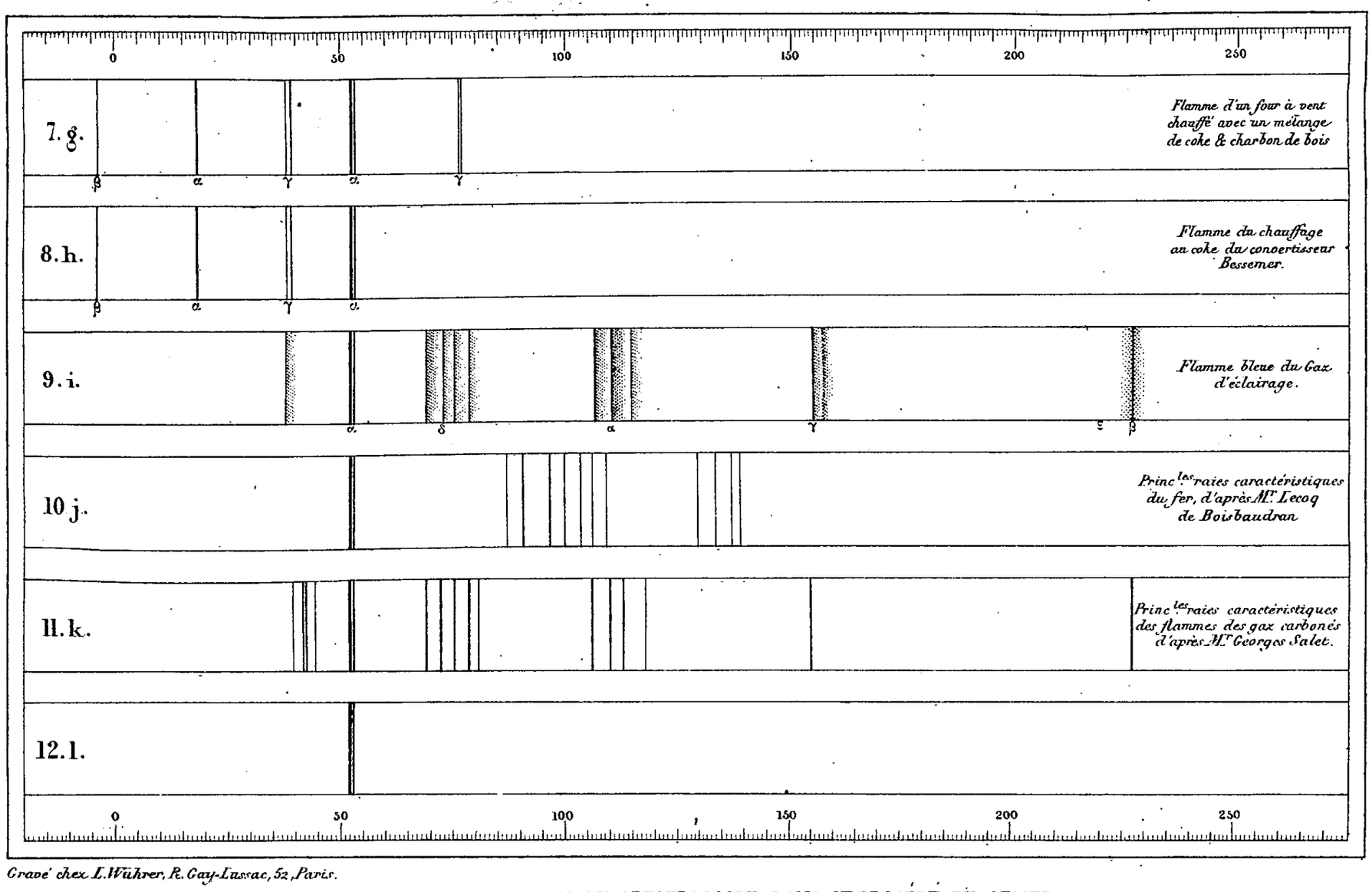
PAUL GUEYSSE — COURBES DES MARÉES, DES ONDES-MARÉES ET DES COURANTS DANS UNE RIVIÈRE.

———— Marées directes ---------- Effet d'un Barrage



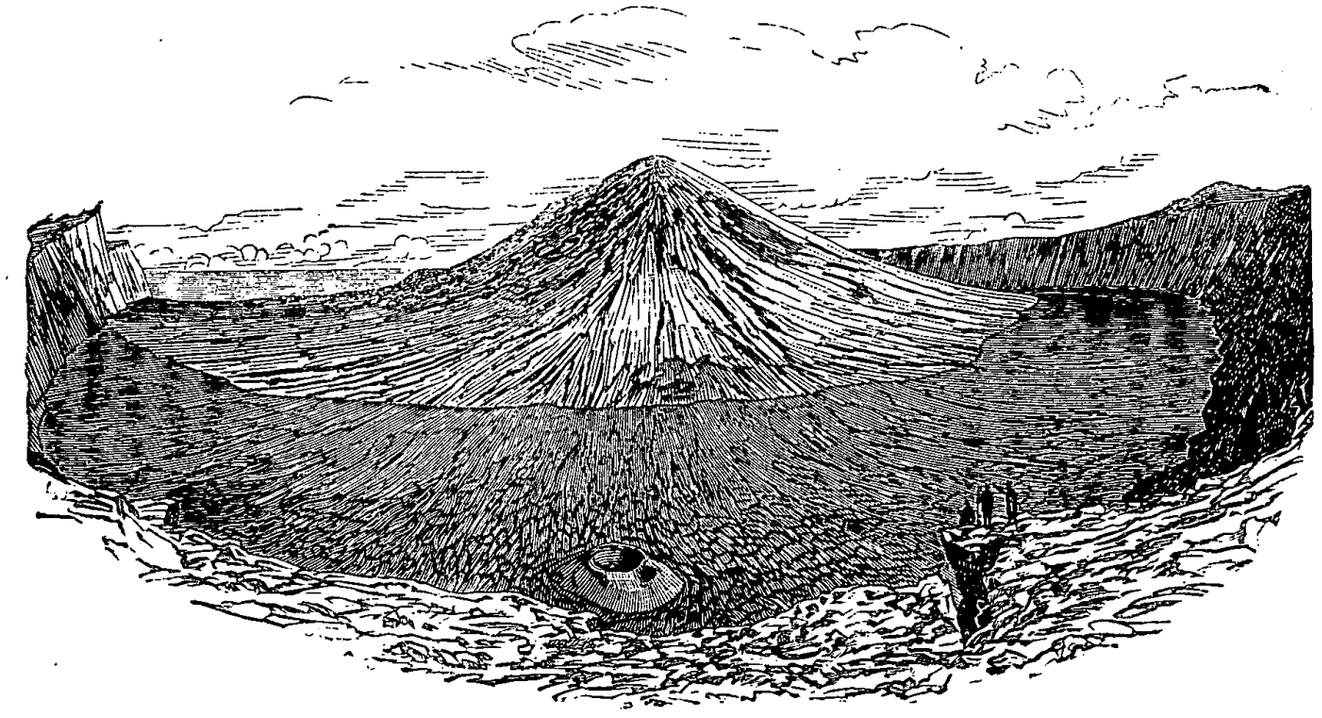
Gravé par L. Wuhrer.





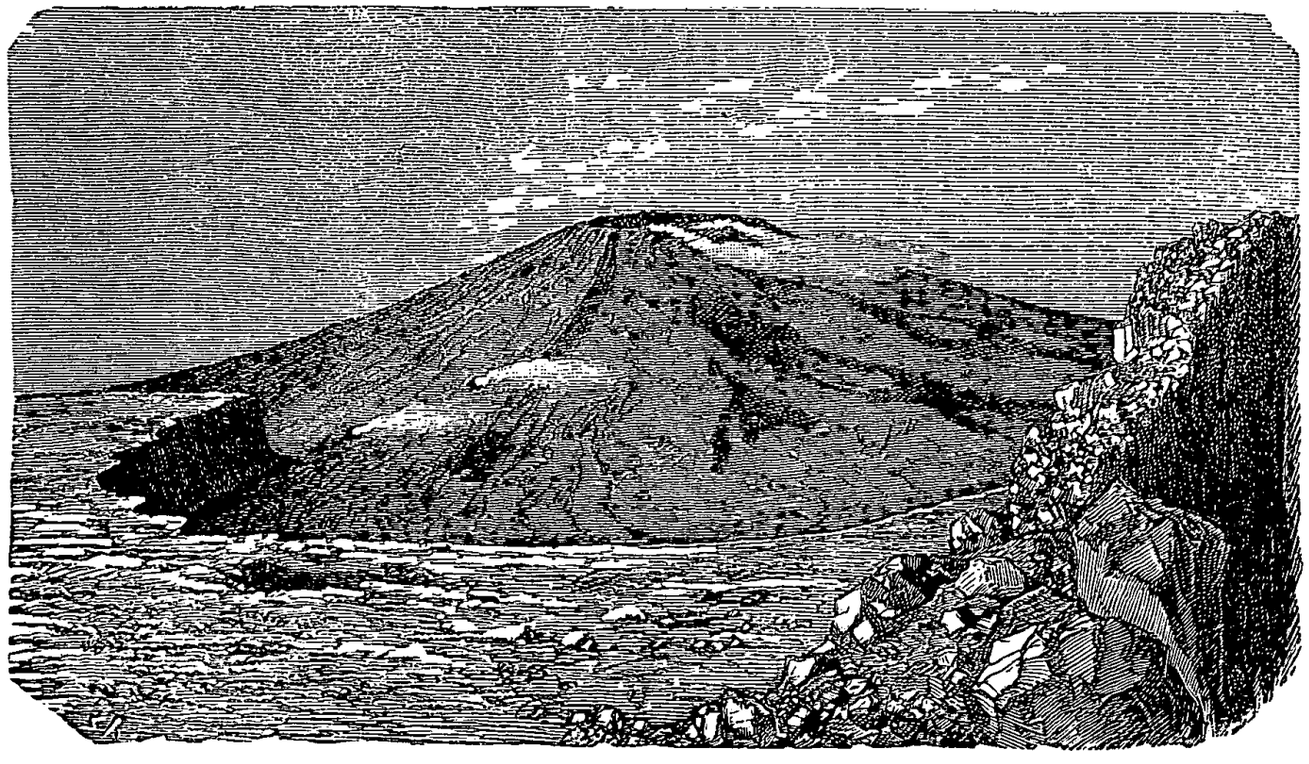
Gravé chez L. Wuhrer, R. Gay-Lussac, 52, Paris.

V. DESHAYES. _ SUR L'EMPLOI DU SPECTROSCOPE DANS LE PROCÉDÉ BESSEMER.

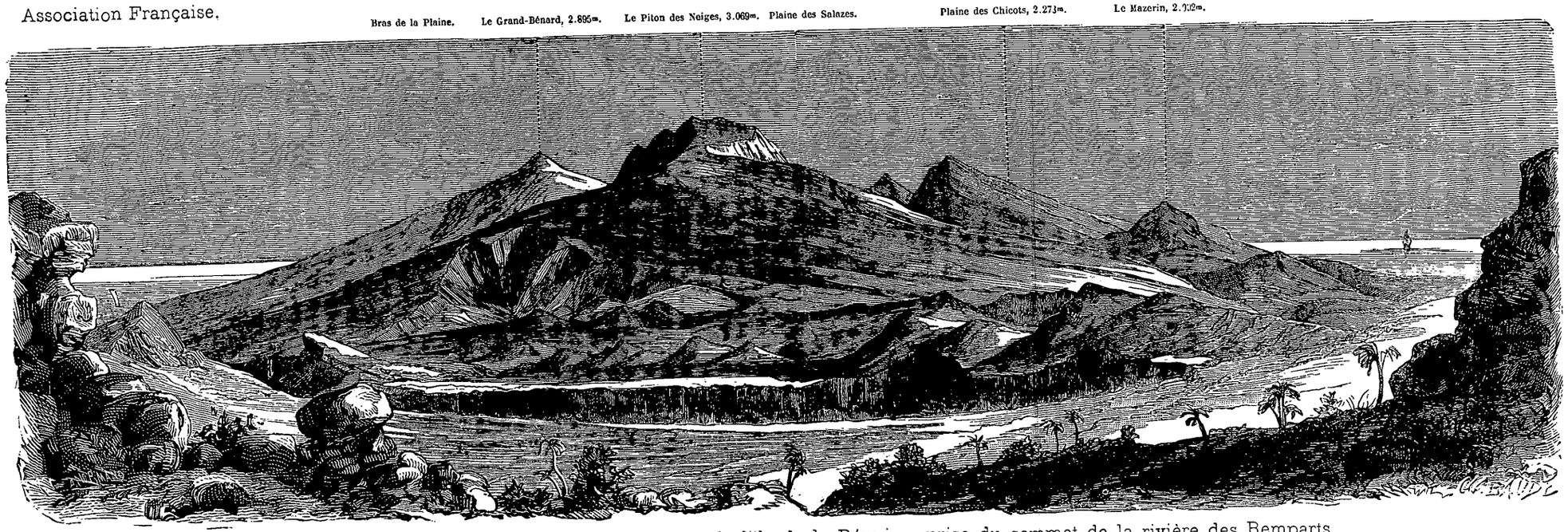


Le FORMICA-LEO et le PITON BORY (cratère éteint),

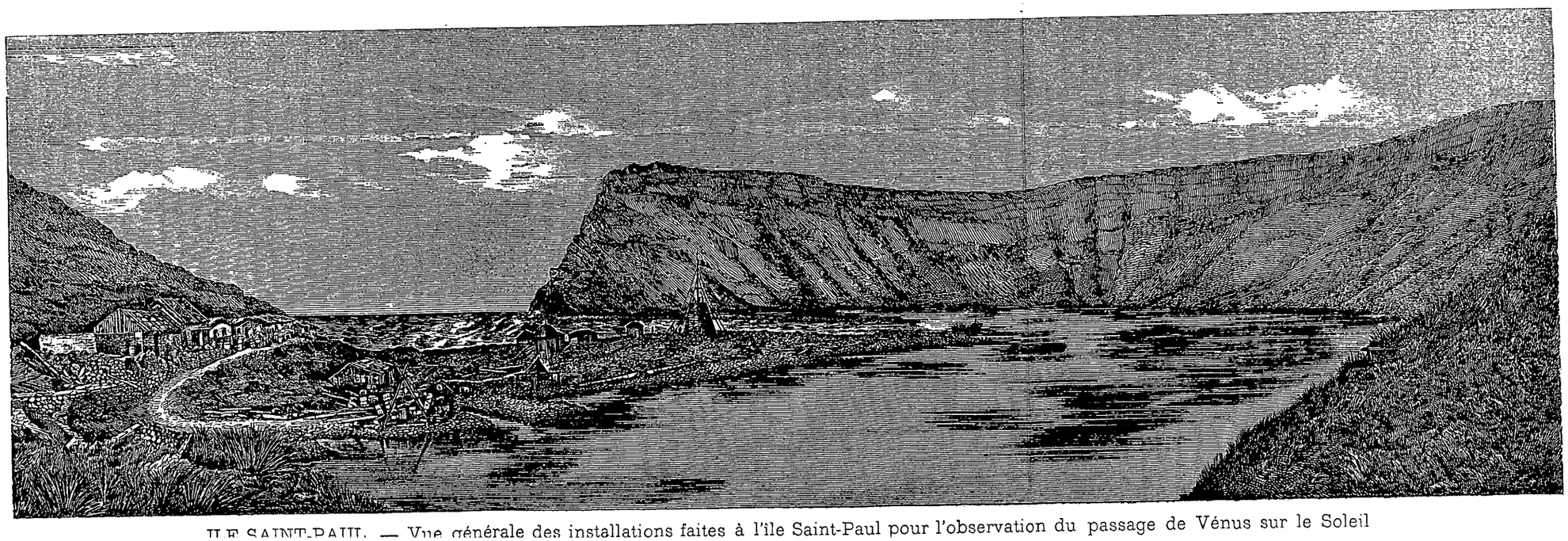
Vus du haut du Pas de Belcombe.



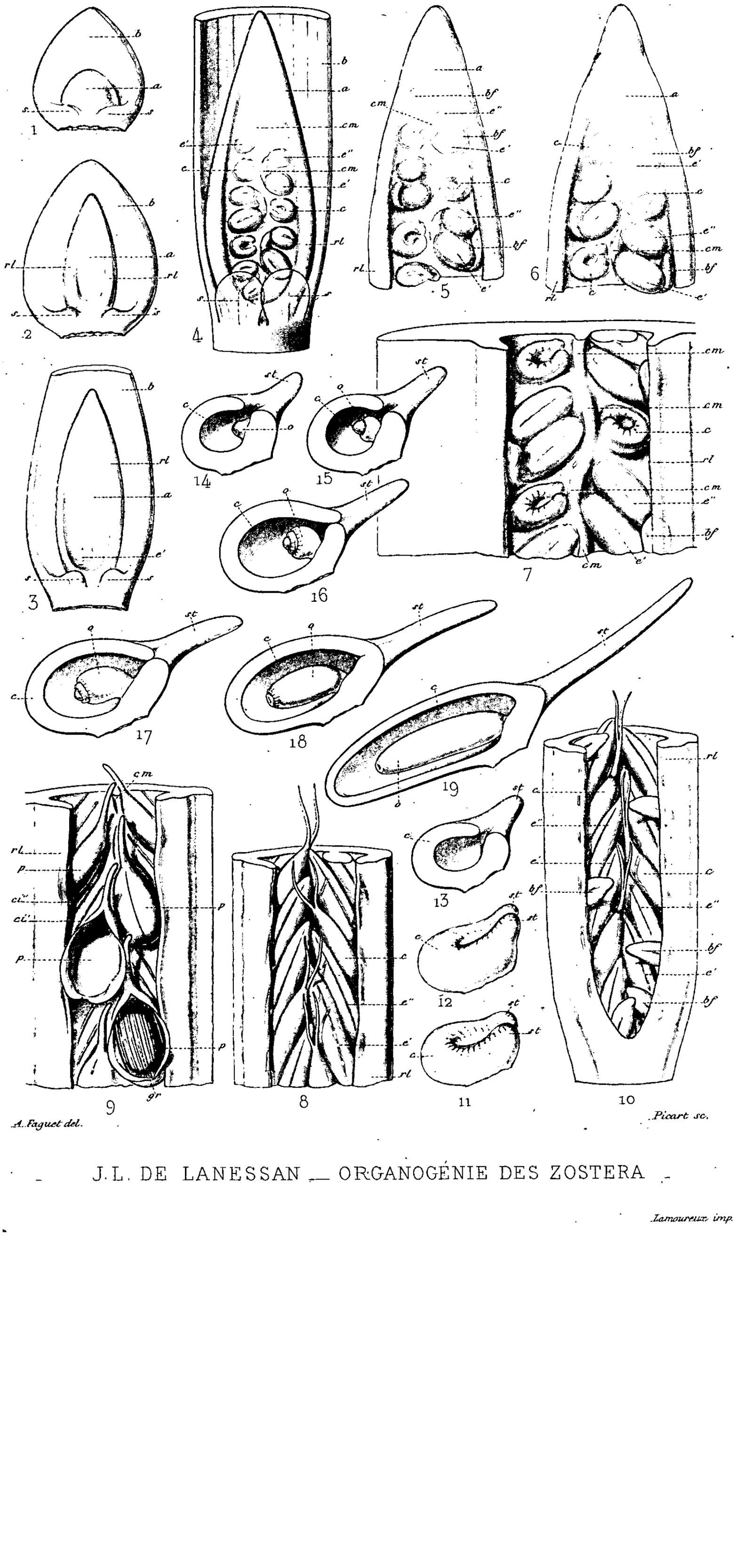
L'enclos et le cône du cratère brûlant.



ILE DE LA RÉUNION. — Vue du massif ancien de l'île de la Réunion, prise du sommet de la rivière des Remparts.

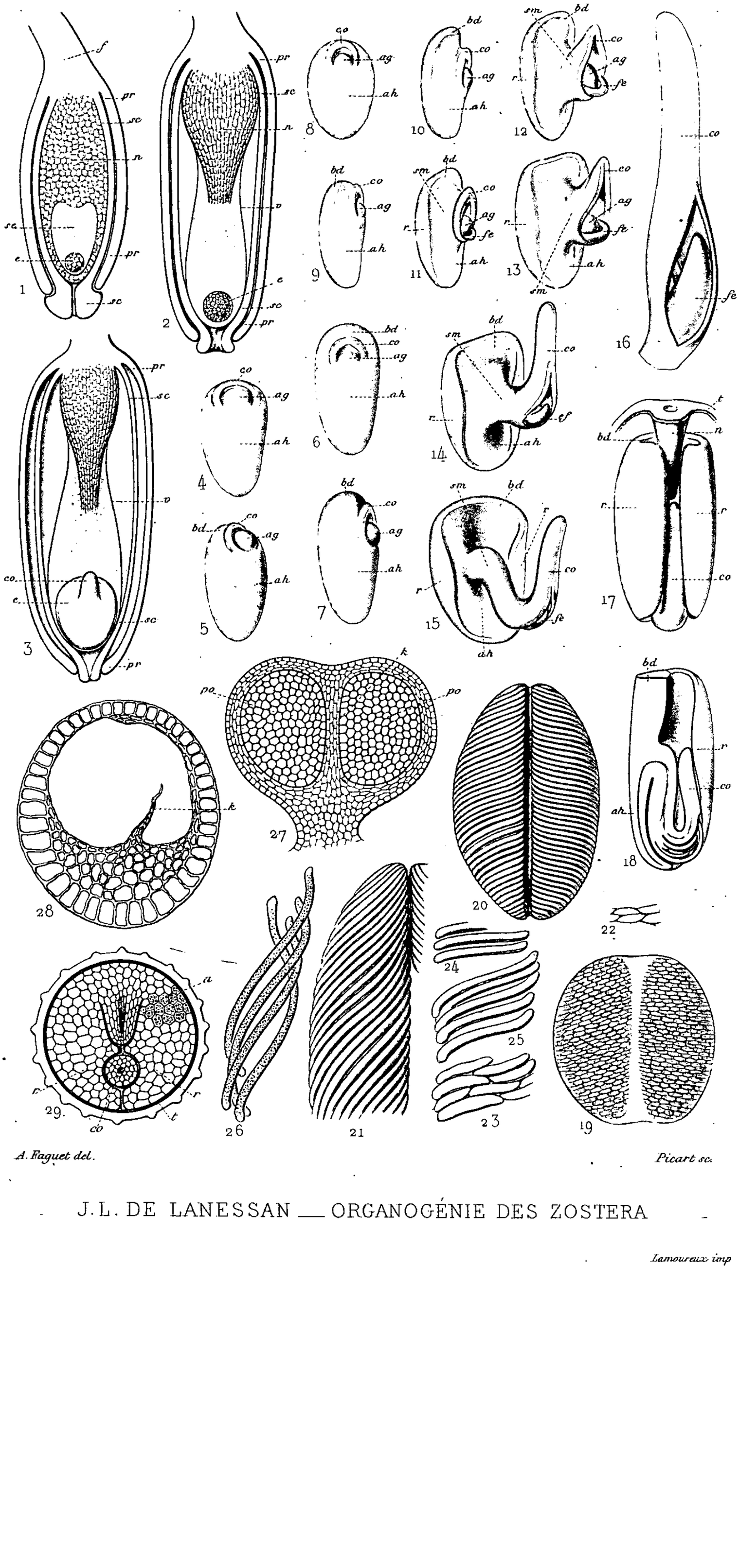


ILE SAINT-PAUL. — Vue générale des installations faites à l'île Saint-Paul pour l'observation du passage de Vénus sur le Soleil



J.L. DE LANESSAN — ORGANOGÉNIE DES ZOSTERA

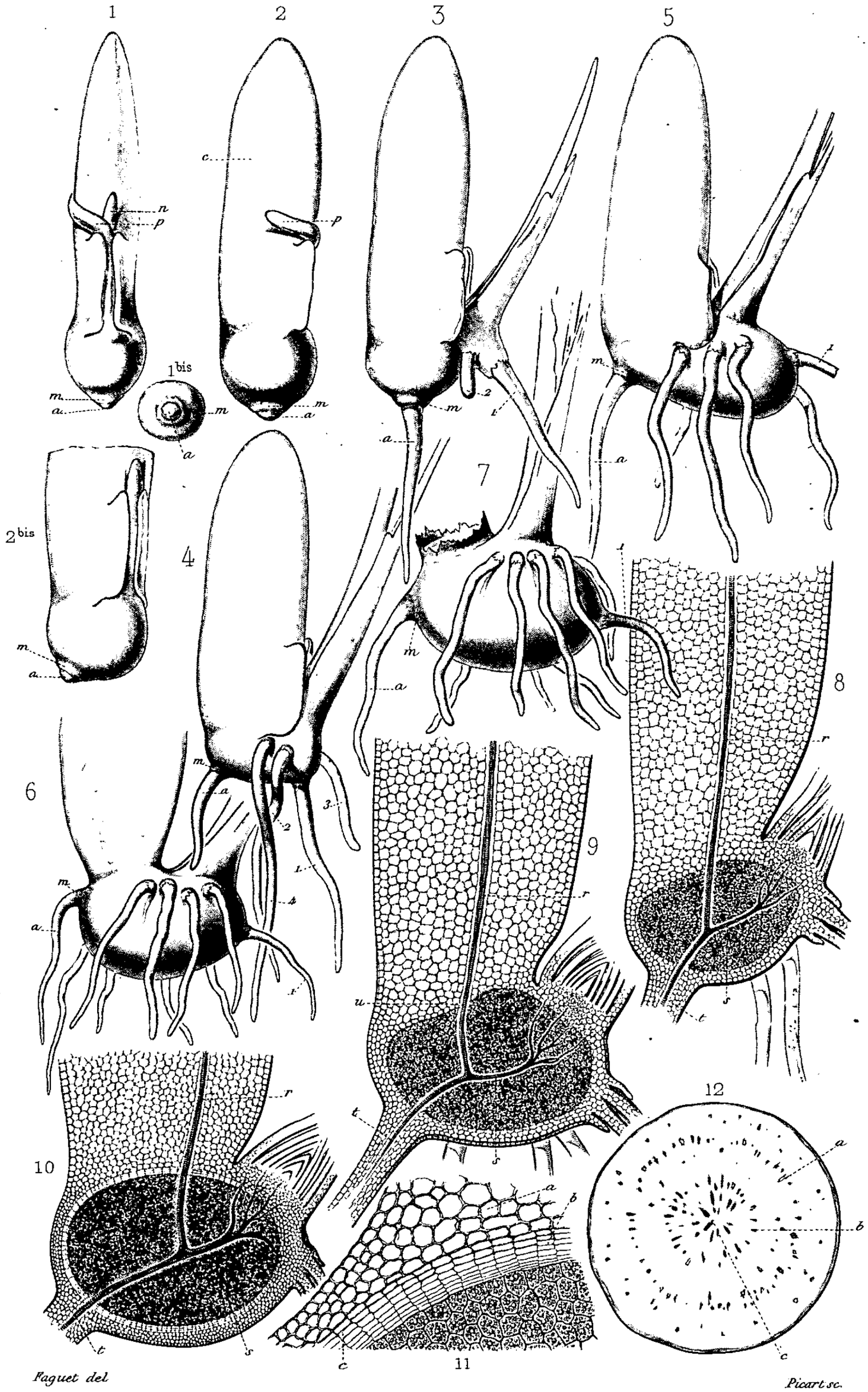
Lamoureux imp.



A. Faguet del. Picart sc.

J. L. DE LANESSAN — ORGANOGÉNIE DES ZOSTERA

Lamoureux imp

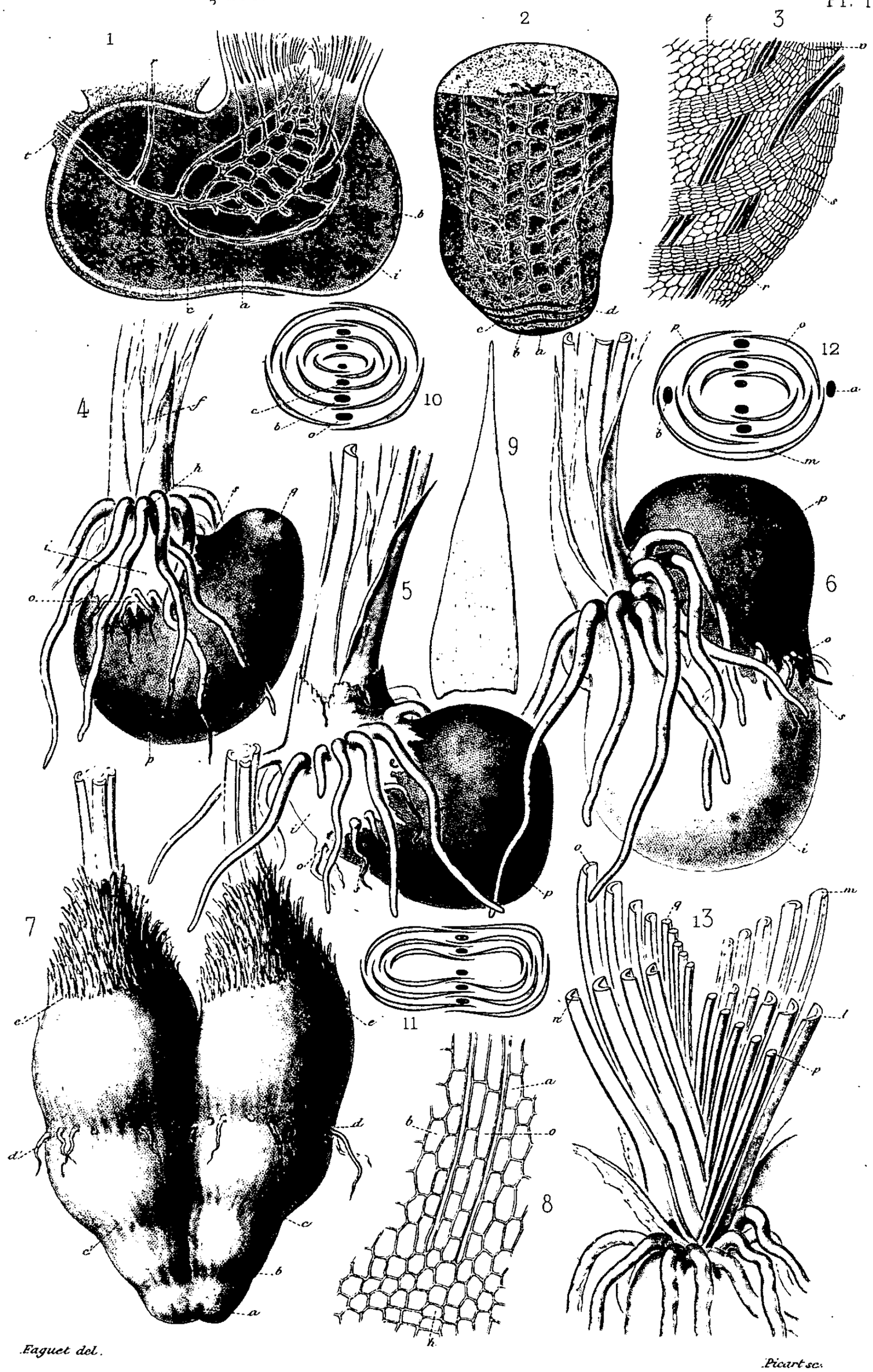


Faguet del

Picart sc.

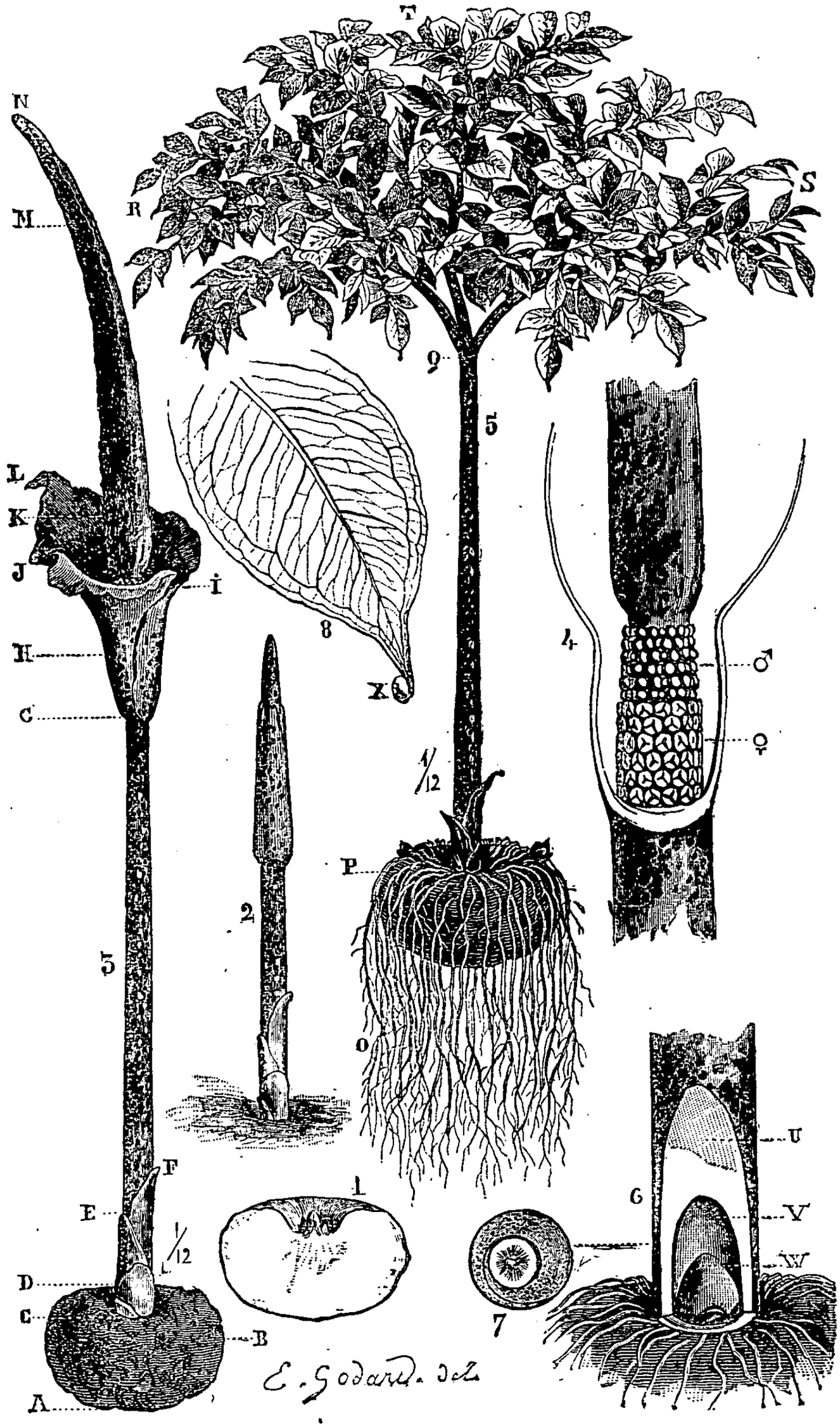
G. DUTAILLY — APONOGETON DISTACHYUM

Imp. Lamoureux.

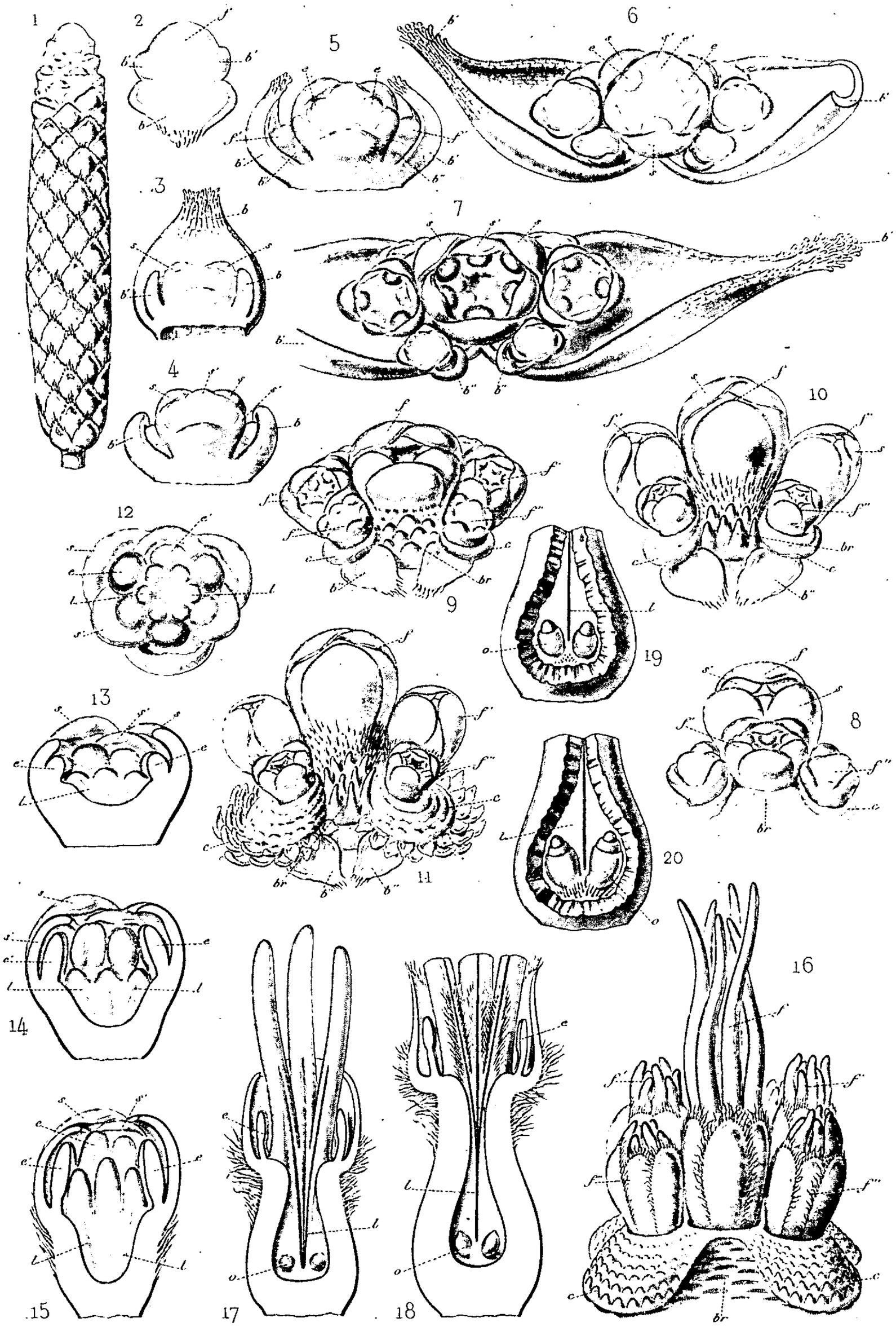


G. DUTAILLY__APONOGETON DISTACHYUM

Imp. Lamoureux.



E. RAMEY. — Sur l'excrétion aqueuse du Proteinophallus Rivieri.

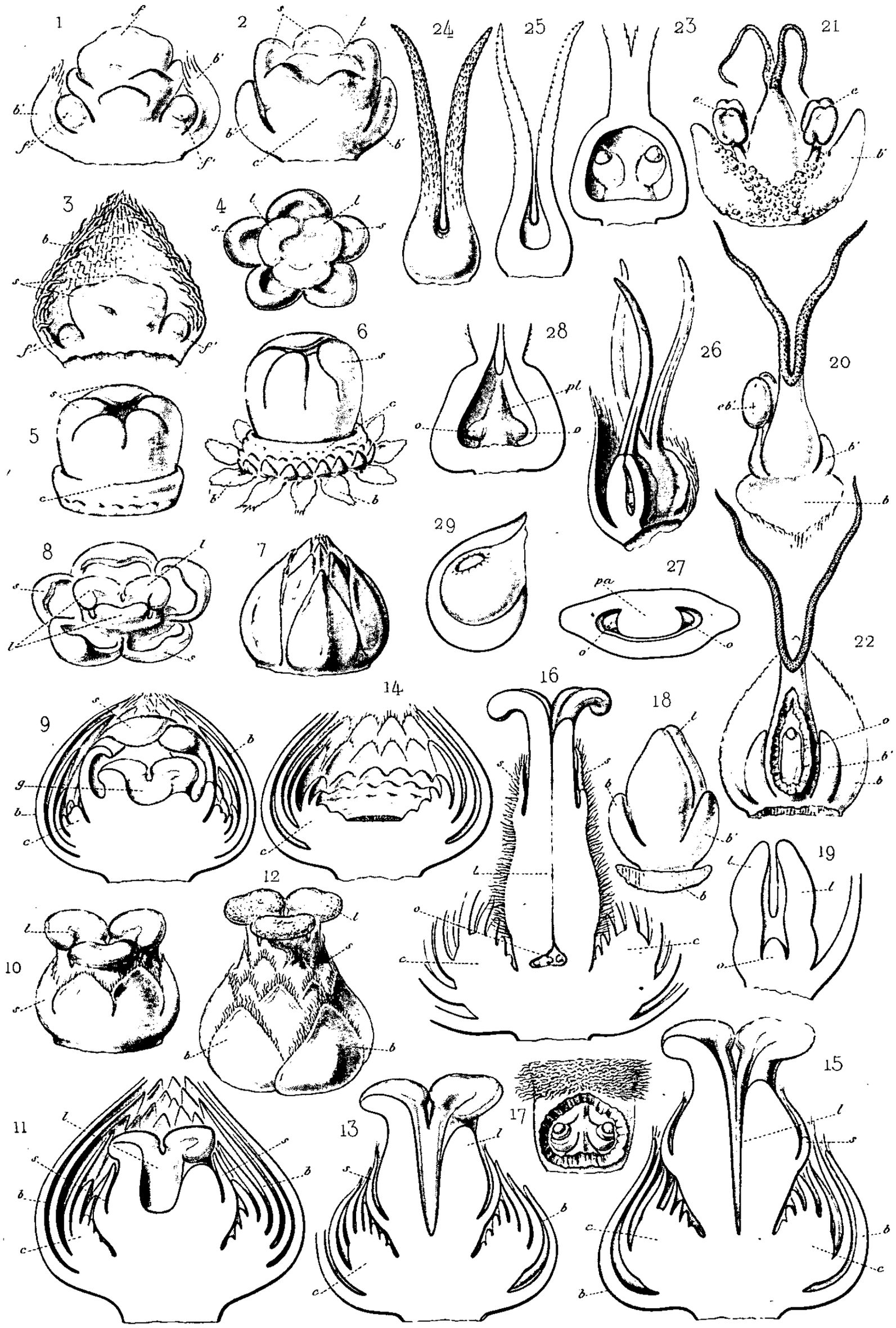


Faguet del. *Picart sc.*

H. BAILLON — ORGANOGÉNIE DES AMENTACÉES.

Castanea vulgaris.

Imp. Lamoureux.

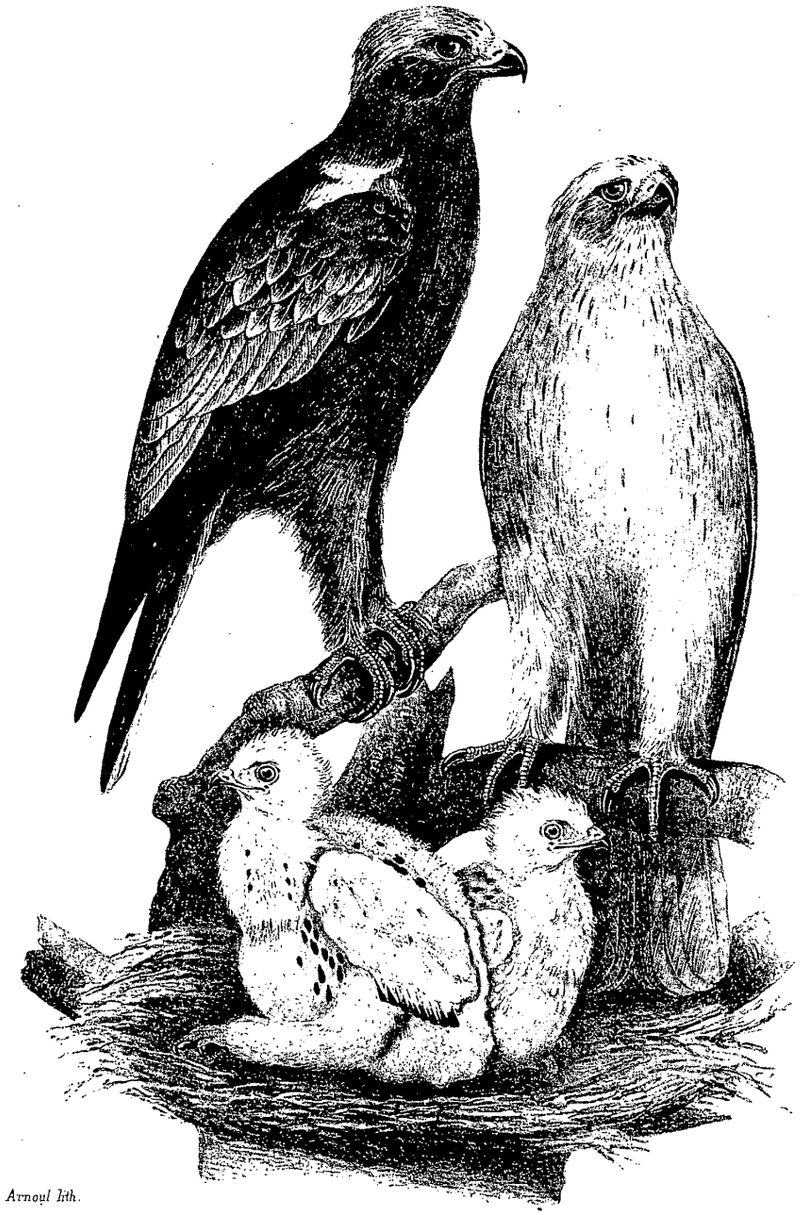


Faguet del. *Picart sc.*

H. BAILLON — ORGANOGÉNIE DES AMENTACÉES.

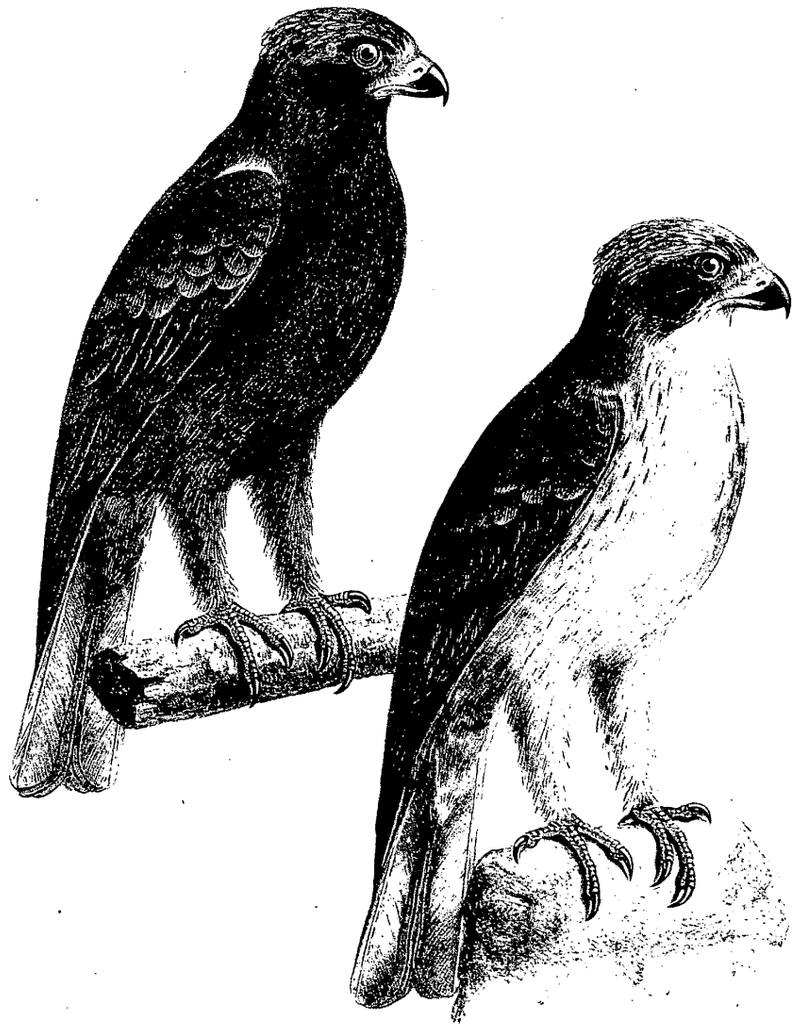
Fig 1–17. Quercus — Fig. 18–22 Myrica — Fig. 23. Alnus — Fig 24–28. Betula

Imp. Lamoureux



Arnoul lith.

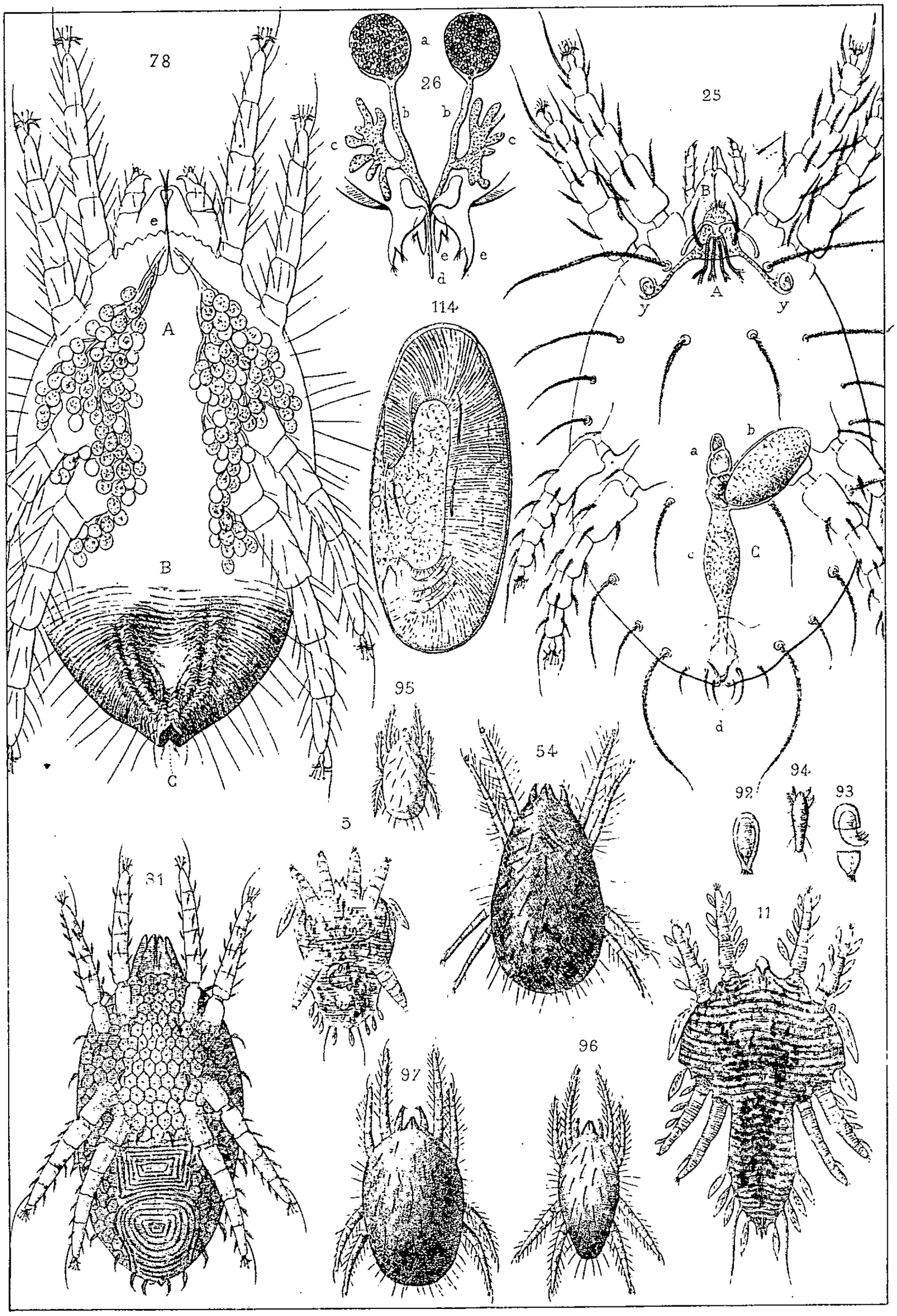
NICHÉE du 28 Juin 1868, FORÊT D'ANCENIS (Loire inférieure).



Imp. Becquet, Paris.

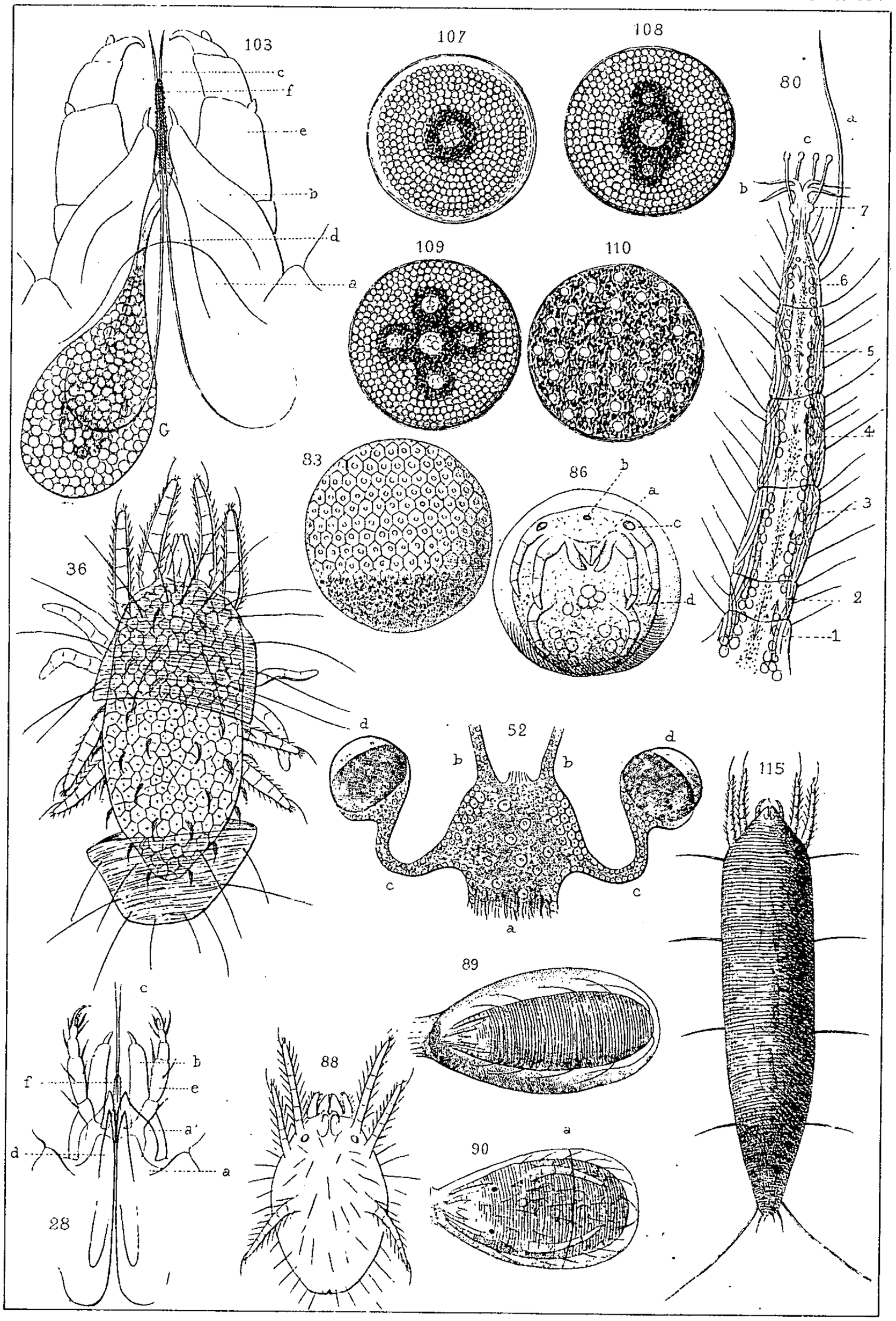
JEUNES SORTANT DU NID.

Louis BUREAU _ L'AIGLE BOTTÉ, AQUILA PENNATA (Cuvier).



A L.Dom.. ad nat. del. Imp. A Roux rue centrale. 21, Lyon L Bideault, Sculp.

RECHERCHES POUR SERVIR A L'HISTOIRE DES TETRANYQUES

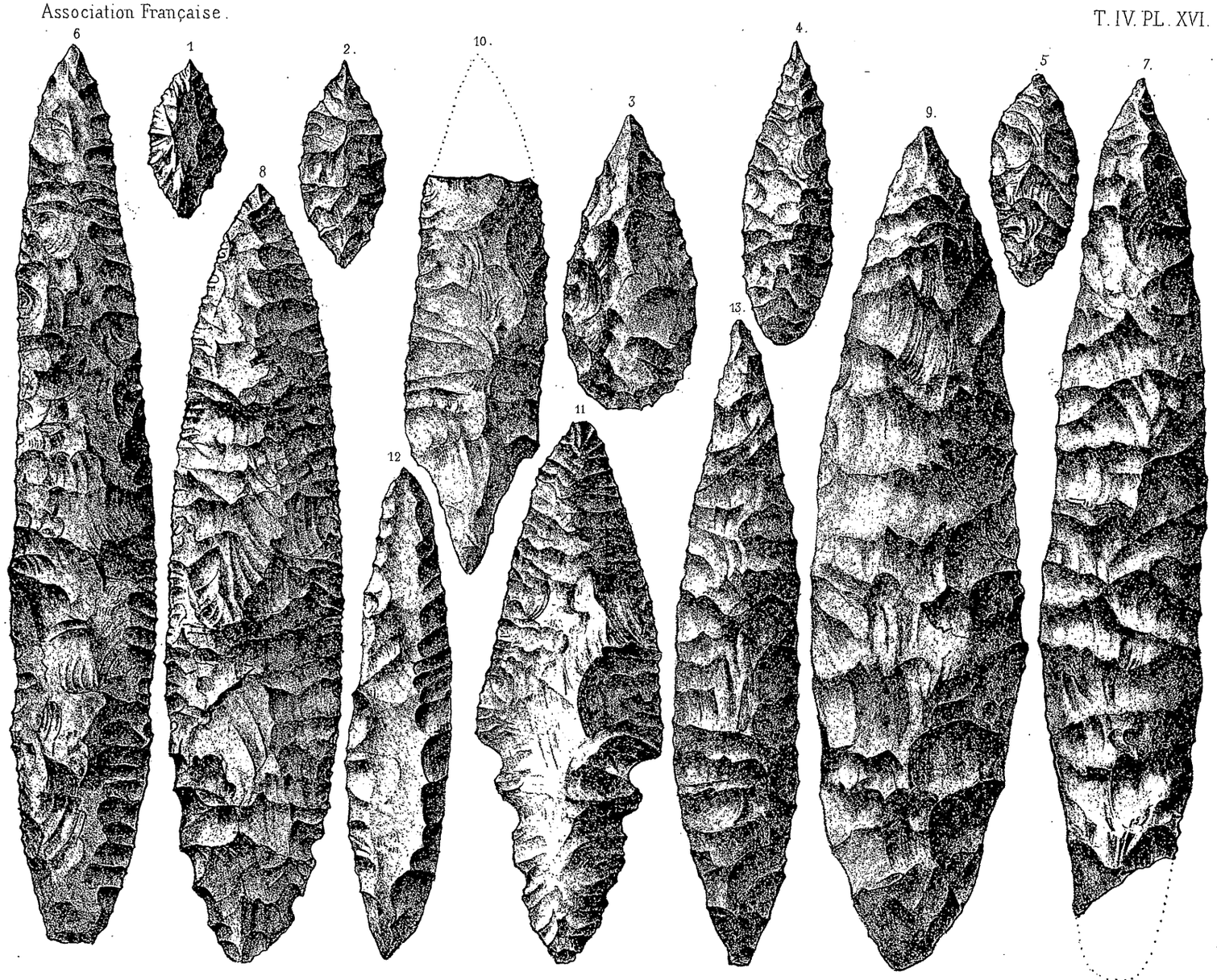


Al. Donn: ad nat. del.

Imp. A. Roux, rue centrale, 21, Lyon

L. Bideault, Sculp.

RECHERCHES POUR SERVIR A L'HISTOIRE DES TÉTRANYQUES

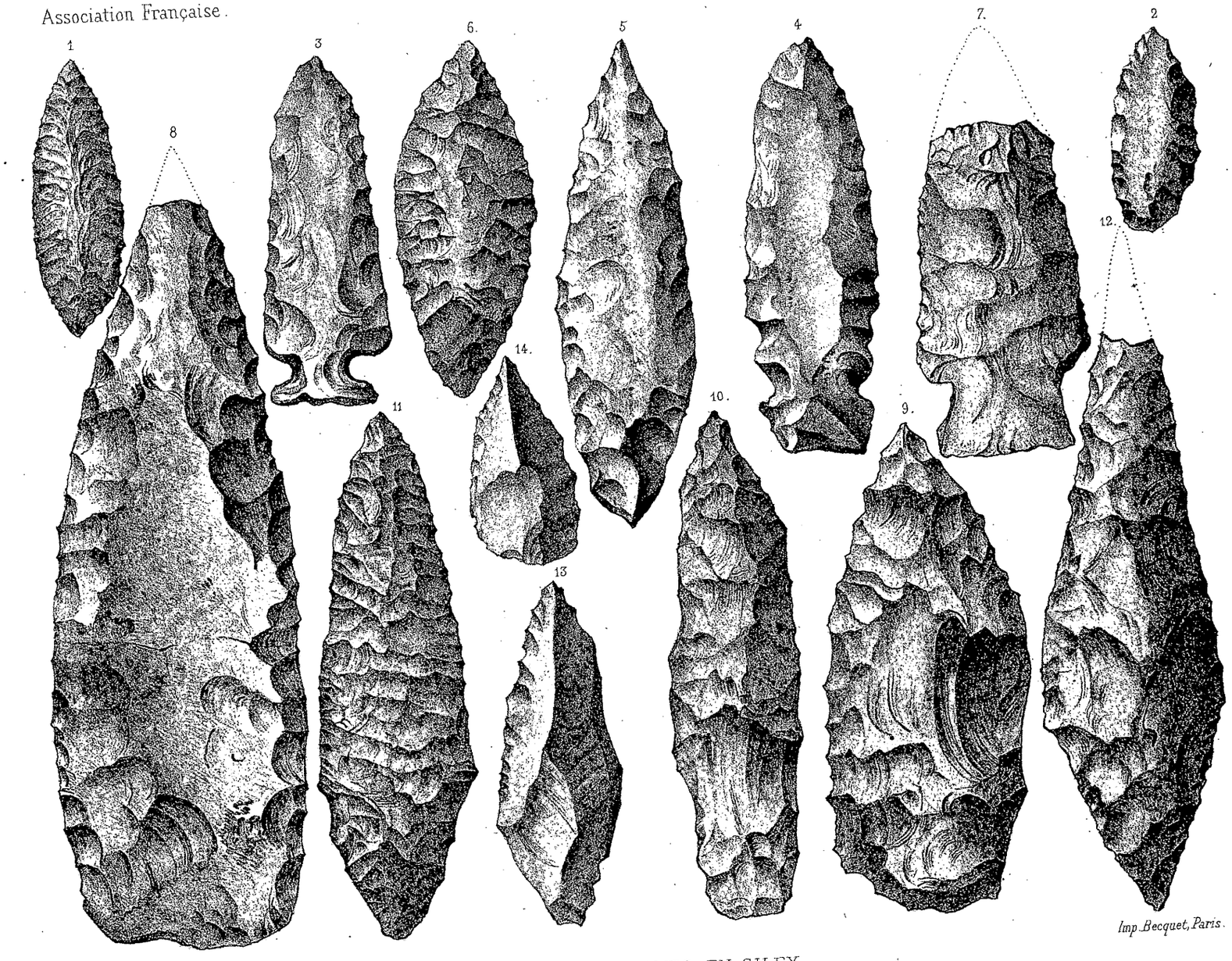


Watelet del. et lith.

E. PIETTE. — ARMES EN SILEX.

Imp. Becquet, Paris.

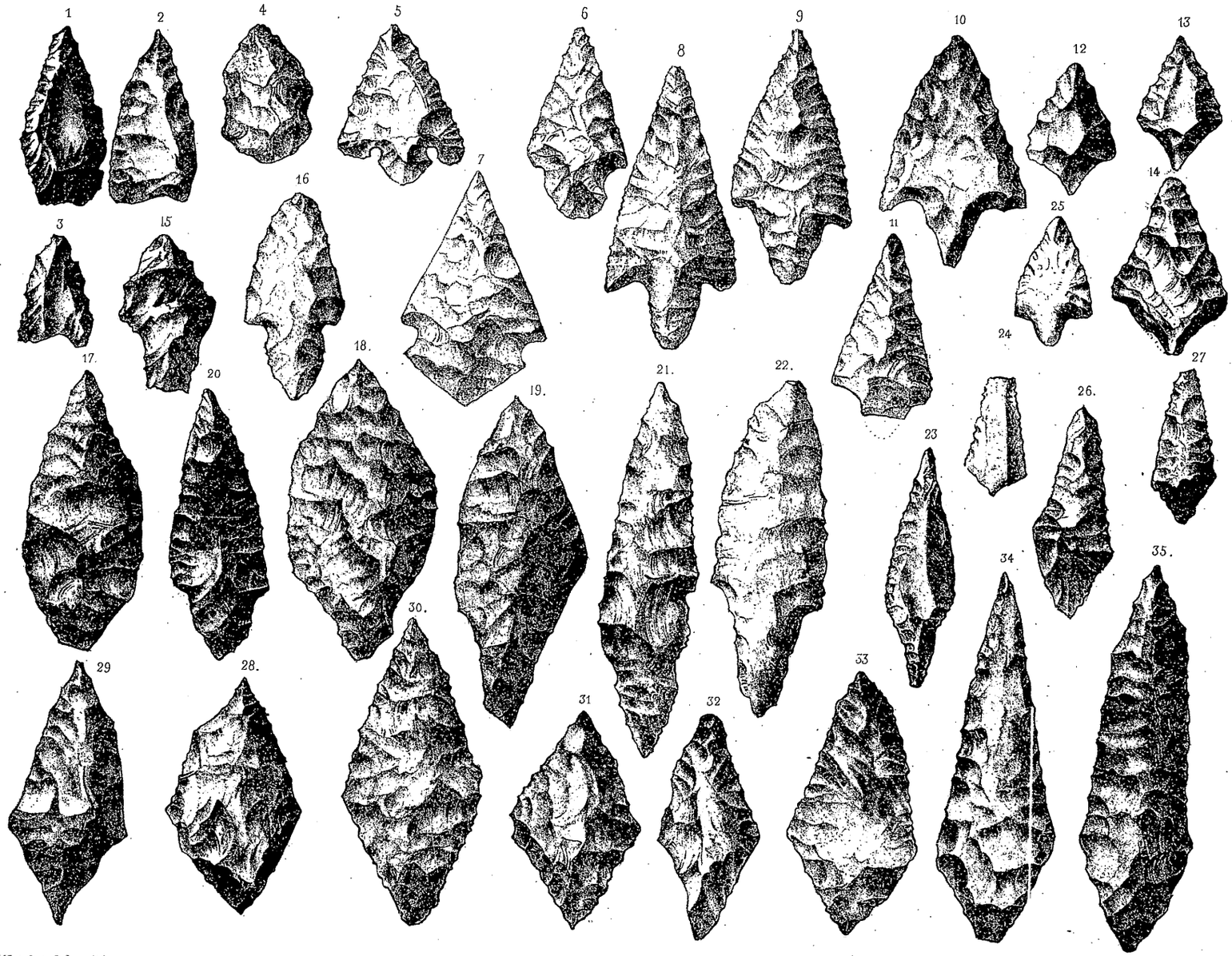
Association Française.



Watelet del. et lith.

E. PIETTE. — ARMES EN SILEX.

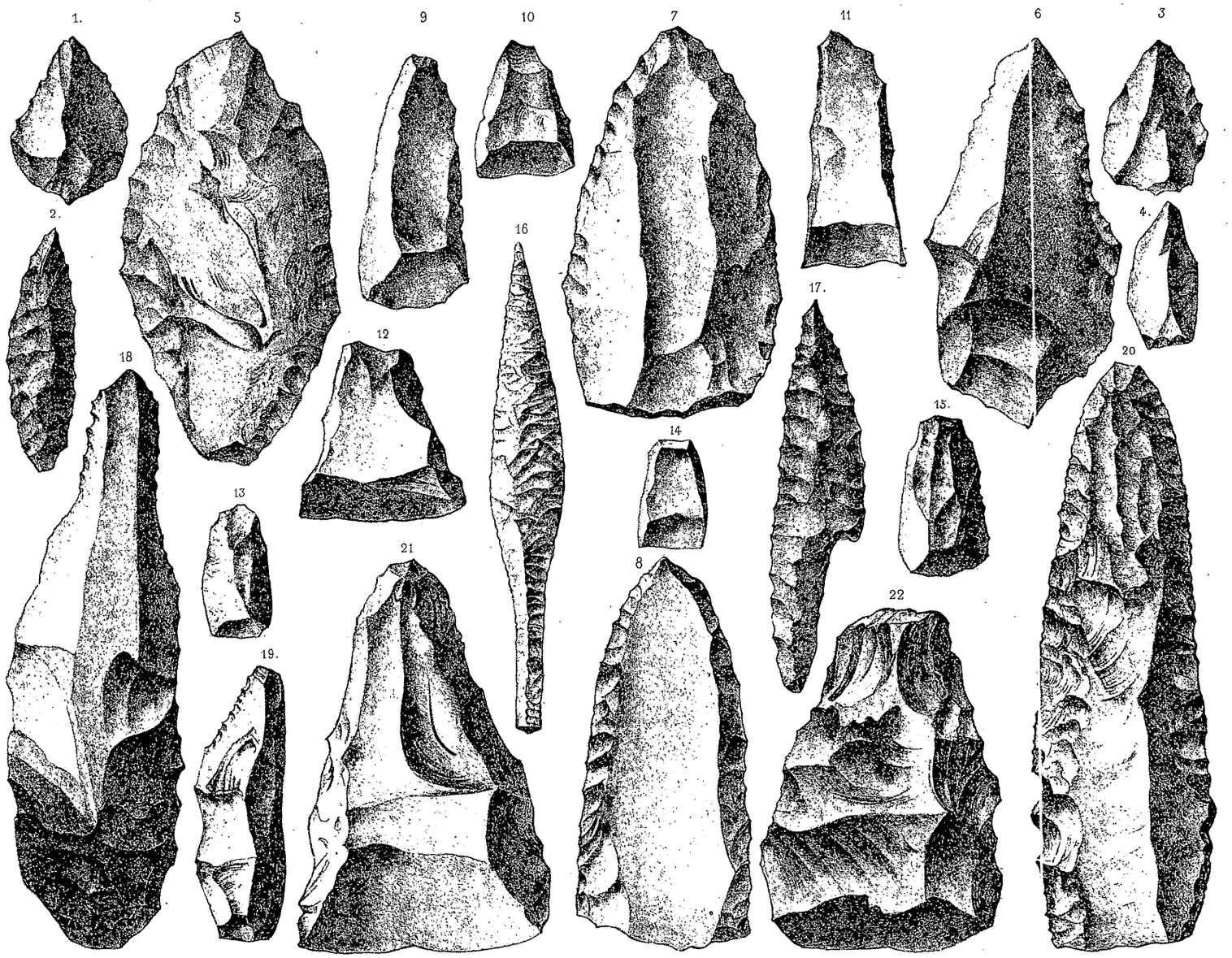
Imp. Becquet, Paris.



Watelet del. et lith.

E. PIETTE. — ARMES EN SILEX.

Imp. Becquet, Paris.



Watelet del. et lith.

Imp. Becquet, Paris.

E. PIETTE. — ARMES ET OUTILS EN SILEX.